

Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені Ігоря Сікорського»
МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ІНСТИТУТ
Кафедра технології машинобудування

«На правах рукопису»
УДК _____

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ **Юрій ПЕТРАКОВ**
(підпис) (власне ім'я, прізвище)
“ ____ ” _____ 20__ р.

Магістерська дисертація
на здобуття ступеня магістра
за освітньо-професійною програмою «Технології машинобудування»
зі спеціальності 131 «Прикладна механіка»

на тему: Система уніфікації та групування технологічних об'єктів

Виконав:

студент 6 курсу, групи МТ-91мп

_____ **Побережець Максим Миколайович** _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Науковий керівник професор, д.т.н., Пуховський С. С. _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Рецензент доцент, к. т. н., Шишкін В. М. _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2020 року

РЕФЕРАТ

У магістерську дисертацію на тему «Система уніфікації та групування технологічних об'єктів» входить вступ, чотири розділи, загальні висновки, список використаної літератури. Робота містить 116 сторінок тексту, 17 таблиць, 36 ілюстрацій, 4 схеми та 10 літературних джерел.

Актуальність теми. Високі вимоги, які ставляться до продукції, що випускається, мають забезпечуватися в умовах швидкої заміни виробів та зменшення їхніх серійності, розширення номенклатури при збільшенні загальної маси продукції, що виготовляється, скорочення строків від надходження заявки до виготовлення замовлення. Тому виробництво повино бути гнучким, тобто спроможним динамічно, без значних затрат перебудуватися на випуск нових виробів.

Мета та завдання дослідження. Створення автоматизованої системи уніфікації та групування деталей багатомономенклатурного виробництва. Для досягнення цієї мети потрібно вирішити наступні задачі:

- проаналізувати існуючі системи уніфікації і стандартизації;
- дослідити групову технологію та надати рекомендації по її модернізації;
- розглянути розробку автоматизованого програмного забезпечення для роботи з системами уніфікації, стандартизації та груповими технологічними процесами.

Об'єкт дослідження – груповий технологічний процес обробки виробу.

Предметом дослідження - технологічні рішення, пристосування, обладнання і інструмент, методи групування.

ABSTRACT

The master's dissertation on "System of unification and grouping of technological facilities" includes an introduction, 4 sections, general conclusions, a list of references. The work contains 116 pages of text, 17 tables, 36 illustrations, 4 diagrams and

						Арк.
						1
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10 literature sources.

Actuality of theme. High requirements for products must be met in conditions of rapid variability of products, reducing their seriality, expanding of the nomenclature with increasing total production, reducing the time from receipt the application to manufacturing the order. Therefore, production must be flexible, that is capable to dynamically, without significant costs to restructure the production of new products.

The aims and objectives of the study. Creation of an automated system of unification and grouping of parts of multi-item production. To achieve this goal you need to solve the following tasks:

- analyze the existing systems of unification and standardization;
- to study group technology and provide recommendations for its modernization;
- consider the development of automated software for working with unification, standardization and group technological processes.

The object of study - group technological process of product processing.

The subject of research - technological solutions, devices, equipment and tools, grouping methods.

						Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ.

Розділ 1. Уніфікація технологічних об'єктів та рішень.....

1.1 Цілі та задачі уніфікації в технології машинобудування.....

1.2 Уніфікація деталей по технологічним ознакам.....

1.3 Існуючі системи уніфікації технологічних об'єктів.....

1.4 Типізації технологічних процесів.....

1.5 Висновки.....

Розділ 2. Групова технологія – основа багатомономенклатурного

виробництва.....

2.1 Технологічні основи групової технології.....

2.2 Задачі групування деталей та технологічних рішень.....

2.3 Методи групування деталей.....

2.4 Групова технологія в малосерійному виробництві.....

2.5 Автоматизовані системи групування технологічних об'єктів.....

Розділ 3. Системи уніфікації та групування технологічних об'єктів....

3.1 Автоматизація процесу уніфікації та групування.....

3.2 Автоматизоване проектування елементної технології.....

3.3 Автоматизована система групування технологічних
об'єктів «Кадет».....

4. Розроблення стартап-проекту.....

5. Загальні висновки.....

6. Список використаних джерел.....

						Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ.

Технологічною базою гнучкого виробництва є **уніфікація і типізація** виробничих процесів. На перших етапах впровадження гнучких виробничих систем (ГВС) підприємства натикаються із серйозними проблемами організаційного плану, вдале вирішення яких значною мірою залежить від рівня стандартизації виробництва. На підприємствах, де при випуску продукції чітко дотримуються вимог стандартів, де висока характерна вага застосування стандартних технологічних процесів, універсальної оснастки та прогресивного інструменту, перехід до ГВС відбувається менш болісно. Проте, практично на кожному підприємстві необхідно ретельно готуватися до впровадження ГВС, перебудовуючи характер виробництва стосовно до нових концепцій гнучкого виробництва. Рівень розвитку ГВС на сучасному періоді автоматизації не дозволяє обробляти деталі абиякого призначення і конфігурації на одному і тому ж обладнанні. У близькому майбутньому це положення також буде збережено. Тому на початковому стані технологічної підготовки виробництва до впровадження ГВС треба провести ретельний аналіз номенклатури продукції, що випускається. Причому ефект буде більше, якщо такий аналіз буде проведено в рамках галузі або окремих великих об'єднань, оскільки це дозволить, по-перше, ще раз перевірити правильність прийнятої стратегії диференціації і концентрації виробництва в межах галузі, по-друге, підвищити рівень технологічної уніфікації, типізації і стандартизації. Зазначені заходи тягнуть за собою не менш важливі побічні наслідки, пов'язані з переоснащенням механообробного підприємства новим обладнанням, оснащенням та інструментом.

Аналіз номенклатури деталей, опрацьовани в механічних цехах, допускає впорядкувати виробництво шляхом утворення подетально-спеціалізованих секторів на базі застосування групової технології. Зазвичай на всякому машинобудівному виробництві є стандартна база уніфікації: деталі виготовляються виходячи із конструктивно-технологічних ознак, компонування технологічного устаткування здійснюється за показниками спільності

						Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

призначення, міжцеховий транспорт організований в залежності від спрямованості і інтенсивності вантажопотоків і т. п.

Метою даної роботи є: визначення цілій та задач групування та уніфікації в розробці та удосконаленні гнучких виробничих систем (ГВС), аналіз існуючих систем уніфікації та групування технологічних об'єктів, задачі та методи групової технології, обрання раціональної автоматизованої системи уніфікації та групування.

Розділ 1. Уніфікація технологічних об'єктів та рішень.

1.1 Цілі та задачі уніфікації в технології машинобудування.

Застосування високих вимог до наукової організації технологічної підготовки групового виробництва, насамперед скеровані в кінцевому рахунку на широке запровадження і надійну роботу АСТПВ та АСУП.

Вдале вирішення цих завдань дає початок на проведенні серйозної роботи з уніфікації на всіх кроках підготовки виробництва, які задовольняють скорочення невинновданого різноманіття конструкторських і технологічних рішень.

При цьому робота відбувається у два напрямки: запозичення і стандартизація об'єктів виробництва, засобів і методів. Під об'єктами виробництва, засобами та методами мають на увазі вироби, збиральні одиниці та деталі; технологічне оснащення (устаткування, верстатні пристосування, інструменти, знаряддя механізації та автоматизації); технологічні процеси і операції і т. д. Завданням є підбір аналогів знову проєктованого виробу, в абиякому використанні пошукових проєктних рішень у новій розробці, в стандартизації вірних та оптимальних проєктних рішень для їх загального застосування.

При проєктуванні нових інструментів, деталей, пристосувань, розробці технологічного процесу вирішення задачі запозичення повинно відбуватися

						Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

безпосередньо у ході проектування і задовольняти максимальну послідовність нових винаходів по відношенню до освоєним у виробництві.

Уніфікація, маючи ретроспективний характер зводиться до вибору, наприклад при конструюванні, всіх раніше спроектованих об'єктів, що володіють певними (наперед заданими) властивостями, їх розгляду та розробки обмеженого типорозмірного ряду, що є доцільним всім вимогам поточних і перспективних завдань проектування. У вирішенні завдань уніфікації лежить систематизація підібраних об'єктів по найбільш важливим показникам, дослідження причинно-наслідкових зв'язків між конструкцією об'єктів та виконуваними функціями і знайдення закономірностей побудови обмежених типорозмірний рядів, що регламентуються стандартами виробництва.

При рішенні даного завдання на ЕОМ може бути розроблений алгоритм запозичення і стандартизації, який має виконувати чотири послідовні етапи:

- 1) постановка завдання і формування запиту на знайдення аналогів;
- 2) цілеспрямованого знайдення аналогів;
- 3) систематизації знайдених аналогів та технічних рішень;
- 4) розгляду знайдених аналогів та прийняття рішення про їх запозичення, або стандартизації технічних рішень.

Перший і останій етапи відносять до найбільш творчої і небагато дослідженою областю інженерної діяльності, практично недобре піддаються формалізації і покамість можуть виконуватися людиною. Роботи другого і третього етапів можуть бути автоматизовані. Як ефективний засіб автоматизації цих робіт слід використовувати інформаційно-пошукову систему технологічного призначення (ІПС ТН).

Ця система має виконувати функції пошуку, зберігання, накопичення, коригування, систематизації та видачі користувачеві усієї необхідної інформації в залежності від характеру вирішеної задачі.

Основні завдання уніфікації об'єктів і технологічних рішень багато-номенклатурного виробництва - підвищити рівень організації, загальну культуру виробництва, продуктивність праці, ліквідувати протиріччя між автоматизацією і

						Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

серійністю продукції, що випускається. Результати уніфікації: стандартні та уніфіковані конструкції виробів, блоків виробів деталей, поверхонь деталей, заготовок; вимоги до якості поверхонь; склад матеріалів, що рекомендуються, методи формотворення, обладнання тощо; уніфіковані маршрутні та операційні ТВ, плани обробки окремих поверхонь і їх комплексів, уніфіковані переходи; правила обробки виробів на технологічність і адресація до уніфікованих рішень.

Уніфікація має **конструкторську** та **технологічну** складові.

Конструкторська уніфікація спрямована на скорочення невиправданого розмаїття конструкцій, їх складових частин і параметрів за умови збереження необхідного їх розмаїття.

Технологічна уніфікація є продовженням конструкторської і здійснюється не основі концентрації виготовлення технологічно однорідних об'єктів виробництва в спеціалізованих підрозділах виробничої системи. Результати технологічної і конструкторської уніфікації широко використовуються при створенні САПР конструкції деталі і САПР, які входять до складу інтегрованих АСТПВ ГАВ.

Завдання **уніфікації виробництва** зводяться до систематизації оброблюваних об'єктів по найбільш важливим ознаками: конструктивним, функціональним, технологічним і **ряду інших**.

Уніфікація зборки виробу(складальних одиниць), параметрів, деталей та їх елементів має носити спрямований характер.

Але на етапі постановки задачі не кожного разу відомо наскільки економічно і технічно доцільно працювати з наміченими об'єктами. Тому відразу слід виявити всі об'єкти, які були заплановані до уніфікації, обрахувати їх к-сть та проаналізувати особливості (застосовуваність, складність, перспективність подальшого використання, вартісні характеристики та т. п.). Наступним кроком повинен бути визначений склад ознак (властивостей), що включають інформацію, необхідну для узгодження рішення щодо обмеження кількості оригінальних об'єктів, або параметрів і розробки типорозмірних рядів.

						Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Всі характеристики, які впливають на хід розв'язання завдання, ранжуються за ступенем важливості та додаються в запит на класифікацію і систематизацію уніфікуючих об'єктів. Висновок про стандартизацію має узгоджуватися на основі аналізу систематизованих об'єктів уніфікації по документам або відомостям про них.

Рішення, розглянуті за допомогою ІПС ТН, вимагають використання нелегкої мови формалізованого опису об'єктів виробництва, розробка якого, як показала практика створення і експлуатації ІПС ТН, є найбільш трудомістким і відповідальним етапом роботи [4].

Роботи по уніфікації заготовок мають вагоме значення. Вирішення задачі уніфікації заготовок засноване на розгляді типорозмірів конструкцій аналогічних деталей, застосовуваних матеріалів і методів формоутворення, застосовуваних в заготівельному виробництві.

Запозичення і стандартизація об'єктів виробництва мають відбуватися систематично, так як це впливає на уніфікацію технологічних процесів.

Запозичення і стандартизація технологічних процесів, операцій і технологічної оснастки можуть проводитися локально в міру освоєння у виробництві нових виробів або в межах окремих груп подібних або оброблюваних спільно об'єктів виробництва [4]. Найкраще ці задачі розв'язуються при реконструкції діючих, або розроблені нових виробничих підрозділів, коли є змога вирішувати їх у взаємозв'язку зі спеціалізацією виробничих підрозділів робочих місць.

Запозичення і уніфікацію технологічних процесів і операцій можна проводити двояко. Один з підходів для розв'язання даного завдання заснований на знаходженні і систематизації об'єктів виробництва, другий - на пошуку спільності технології у конструктивно різних об'єктів.

Першому підхід запозичення технологічних рішень відбувається за допомогою виявлення об'єктів виробництва, аналогічних даному, а їх уніфікація - за допомогою групування об'єктів виробництва по конструктивно-технологічним ознаками з подальшою створенням уніфікованих технологічних процесів.

						Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У другому підході відбувається систематизація технологічних процесів і операцій за характеристиками, що істотно відрізняється від тих, які використовуються при класифікації і систематизації об'єктів підприємства. Ця відмінність пов'язана з необхідністю взяття до уваги особливостей структури технологічних процесів і операцій по усіх елементах. Провідними напрямками технологічної уніфікації, що виявили загальне визнання і застосування, є типізація технологічних процесів і груповий метод обробки виробів. Двоє цих напрямів абсолютно самостійні, але доповнюють один одного і допускають в різних умовах розв'язувати одну спільну задачу запозичення і стандартизації технологічних процесів і технологічної оснастки.

Типові технологічні процеси створюються на виготовлення однотипних, стандартизованих виробів або елементів і знаходять застосування, переважно, у багатосерійному або масовому виробництві.

При технологічній підготовці виробництва до впровадження ГВС найбільш важливе значення набуває технологічна уніфікація, і на цій основі групування деталей за технологічними ознаками для обробки в гнучкій системі.

В умовах гнучкої технології типові і групові технологічні процеси набувають специфічні особливості, які виражаються в їх взаємному збагаченні. Важливого значення набувають не тільки технологічна послідовність виконання операцій і переходів, а й методи обробки окремих геометричних поверхонь. Для окремих деталей і груп, схожих з тих чи інших конструкторсько-технологічним ознаками, слід застосовувати високопродуктивні методи обробки з використанням швидко налагоджувальних знарядь виробництва.

Створення уніфікованих технологічних процесів має бути тісно пов'язана з організацією процесу виробництва. Тільки при сукупному вирішенні цих завдань можуть бути досягнуті високі результати: знижена собівартість готової продукції, добавлено обсяг продукції, отриманої з одиниці обладнання, прискорена оборотність оборотних коштів і ін.

						Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Також технологічна уніфікація допомагає вирішенню основних завдань раціональної організації виробництва, вагомо це у дрібносерійного і серійного виробництва: запровадження поточкових методів, розроблення замкнутих ділянок і автоматичних ліній, кооперування і спеціалізації виробництва. **Технологічна уніфікація**, задовольняє різке скорочення різних допоміжних робіт, зв'язаних з оформленням технологічної, планової, облікової та інших видів документів, потрібної для підготовки виробничого процесу і управління ним. Уніфікація відкриває широкі перспективи для застосування обчислювальної техніки, яку можна використовувати для розв'язування, як технологічних завдань (класифікація виробів, вибір оптимальної конструкції оснастки, оптимального варіанту технологічного процесу ті ін.), так і задач в області нормування, облікових, планових та інших робіт.

Уніфіковані технологічні процеси створюють необхідні умови для постійної підтримки підприємств на сучасному науково-технічному рівні, що забезпечується швидким і широким поширенням закладених в них прогресивних рішень в галузях і на виробництвах, завдяки функціонуванню інформаційних фондів. Перспективні уніфіковані процеси базуються не тільки на сучасних, а й головним чином, на прогнозованих досягненнях науки і техніки з дотриманням принципу наступності між сучасним і перспективним станом технології [4].

Ідея спадкоємного розвитку технології в комплексі з ідеєю уніфікації і методами системно-структурного аналізу складають реальні умови безперервного і планомірного росту і підвищення науково-технічного рівня сучасного виробництва, а також сприяють прискоренню технічного прогресу.

Принцип наступності задовольняє раціональне розроблення і вдосконалення технічних засобів обладнання - швидко-переналагоджуваних верстатів, технологічного оснащення і т. п. Широке застосування перенастроюваних засобів виробництва підвищує не тільки техніко-економічні показники, а й різко зменшує цикл підготовки матеріально-технічної бази до випуску нових продуктів і їх модифікацій; відкриває широкі можливості для покращення рівня механізації і автоматизації виробничого пребігу в умовах

						Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

одиночного, дрібносерійного і серійного виробництв, проведення робіт по АСТПП, НОТ і АСУП.

Глибоко спроектована технологічна уніфікація дозволяє (після узагальнення накопиченого досвіду) розробити не тільки типові або групові, а й стандартні технологічні процеси.

Це забезпечить у чималих ситуаціях, особливо в умовах спеціалізації виробництв, обробку деяких поверхонь, виробів, складальних одиниць методами удосконалених технології, а також розкриє типаж нового обладнання і стандартною технологічного оснащення, розробить можливість широко застосовувати ЕОМ для проектування і управління.

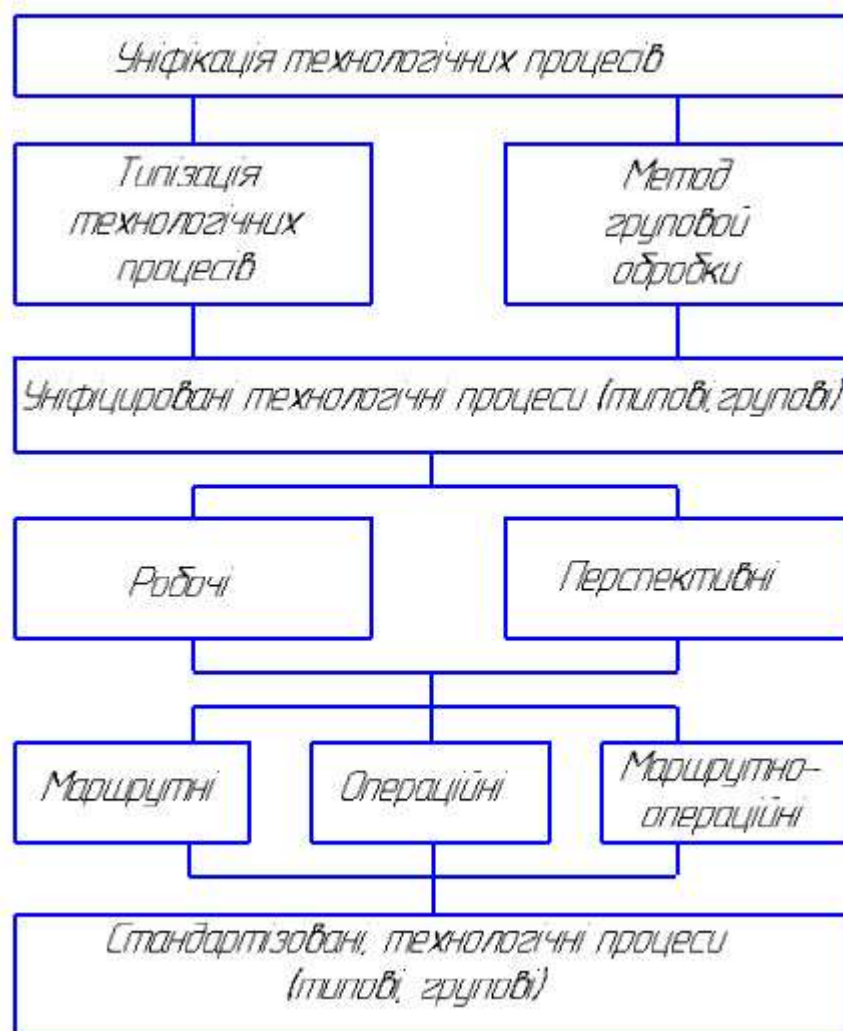


Рисунок 1.1 - Уніфікація технологічних процесів

1.2 Уніфікація деталей по технологічним ознакам.

Базою технологічної уніфікації є класифікація виробів, їх поверхонь, технологічних переходів. Основне значення мають технологічні критерії, так як вони формують комплект верстатного устаткування ГВС, розробляють базу для проектування с-ми інструментального забезпечення, вирішують способи базування деталей та конструктивні особливості пристосувань, мають великий впливають на склад і характер функціонування ТЗ(транспортних засобі).

Розгляд технологічних ознак виробів, що додаються в групу для обробки в гнучкій системі, дозволяє виокремити ряд факторів, що майже повною мірою охарактеризовують технологію обробки групи виробів: приналежність до певної технологічної операції (фрезерування, точіння, нарізування різьби, свердління, розточування, і т. п.); вид оброблюваного матеріалу; можливість виконання певного переходу окремим інструментом; вимоги якості (точність обробки, шорсткість поверхні, стан поверхневого шару); габаритні розміри обробки; спосіб базування та розміри їхніх базових поверхонь; присутність специфічних, наприклад, доопрацювальних операцій і т. п. При цьому конструктивні ознаки можуть мати посереднє значення при виборі устаткування ГВС і вирішені її структури.

Важливість технологічного аналізу групи деталей, планованих для обробки в гнучкій системі важко переоцінити, тому що виділення групи технологічних переходів визначає склад гнучкої системи, її технологічні можливості і в кінцевому рахунку собівартість продукції, що випускається. При цьому необхідно домагатися гнучкості технології, т. е. можливості обрання деталей нової номенклатури, передбачати підвищення живучості систем та надійності їх роботи при наявності збоїв і неполадок. У зв'язку з цим система групування повинна допускати включення для обробки в гнучкій системі нових подібних за технологією деталей.

Аналіз номенклатури продукції, що випускається є важливим етапом передпроектної стадії формування технічного завдання на проектування ГВС і

						Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

подальшої організації ГАП. Цю роботу необхідно проводити комплексно, щоб в майбутньому була реальна можливість для створення гнучкого виробництва. Визначаючи рамки окремих гнучких систем, необхідно передбачати їх інтеграцію в єдиному гнучкому виробництві на основі безлюдній технології. Початковою базою при аналізі номенклатури деталей можуть послужити роботи по нормалізації і стандартизації продукції, що виконуються на кожному підприємстві і в кожній галузі.

1.3 Існуючі системи уніфікації технологічних об'єктів.

Уніфікація передбачає такі процеси : створення універсальних конструкцій на базі передового досвіду розробки певного типу систем та їх стандартизація; створення універсальних блоків, з яких агрегатуються конструкції виробів з різними технічними характеристиками, уніфікація і стандартизація деталей, комплексів поверхонь деталей.

Уніфікація деталей виконується в такій послідовності: уніфікуються основна форма деталі, деталі з усіма елементами форми, з розмірами і якісними параметрами. Проведена й закріплена в ЄСКД уніфікація основних деталей машинобудівного виробництва полегшує процес створення гнучкої технології багатомоделного виробництва.

Уніфікація комплексів поверхонь дає можливість зорганізувати бібліотеку складових частин деталей, з яких можна формувати основні і форми деталі при конструюванні та бібліотеку комплексів додаткових поверхонь, що використовуються для сполучення основних форм. Уніфікація комплексів поверхонь є основою для уніфікації операційних ПВ, і схем обробки комплексу поверхонь, фрагментів планів обробки, суміщень при обробці комплексу поверхонь допоміжного, ріжучого і матеріального інструмента. Приклади комплексів поверхонь зображено на рис. 1.2. В основу уніфікації комплексів поверхонь іноді покладено функціональне призначення. Так рекомендується описувати будь-яку деталь сукупністю так званих модулів поверхонь, що

						Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вибирається з обмеженої номенклатури таких модулів. Під модулем розуміють сукупність поверхонь для виконання певної службової функції деталі. Залежно від службового призначення всі поверхні деталей поділяють на виконавчі та зв'язуючі.

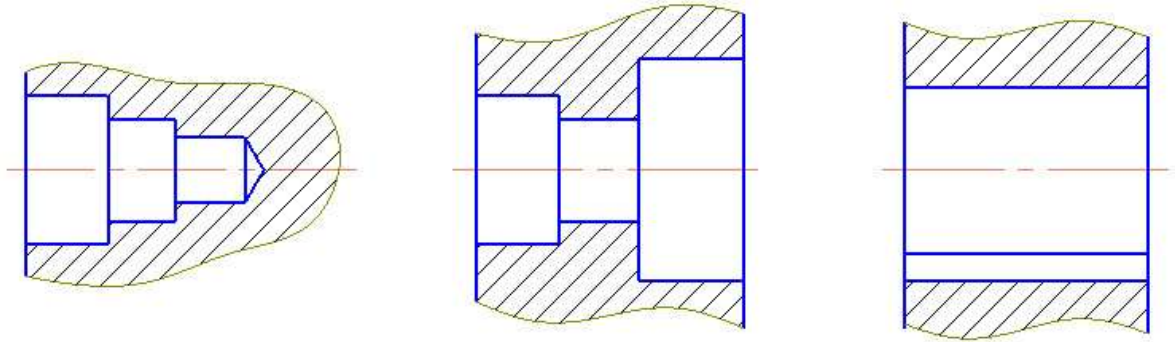


Рисунок 1.2- Приклади комплексів поверхонь

Виконавчі поверхні поділяють на **базуючі** та **робочі**. Такий розподіл дає можливість зформувати модулі поверхонь трьох класів: **базуючі** /МПБ/, **робочі** /МНР/ і **зв'язуючі** /МПЗ/ /рис. 1.2/. У кожному класі модулі групуються за конструктивними ознаками, що враховують характер положення і геометрію поверхонь. Із запропонованого 21 модуля поверхонь можна скласти практично будь-яку деталь, що проектується, тим самим значно скоротивши терміни технологічної підготовки виробництва.

Кожний модуль поверхні залежно від вимог до якості можна одержати в результаті реалізації технологічного процесу його обробки, який виконається на спеціальному верстатному обладнанні, призначеному для обробки не окремих поверхонь, їх сполучення. Сполучення технології, побудованої на модульній основі, агрегатно-модульного програмування обладнання, машинних методів проектування виробів і технологічних процесів особливо перспективне при створенні ГАВ у дрібносерійному та одиничному виробництві.

Уніфікація поверхонь деталей полягає в їх типізації й уніфікації застосовуваних розмірів і їх полів допусків. Поверхні /елементи/ загального застосування систематизуються на першому етапі перш за все на основі їх класифікації за формою. Приклад класифікації канавок зображено на рис. 1.3.

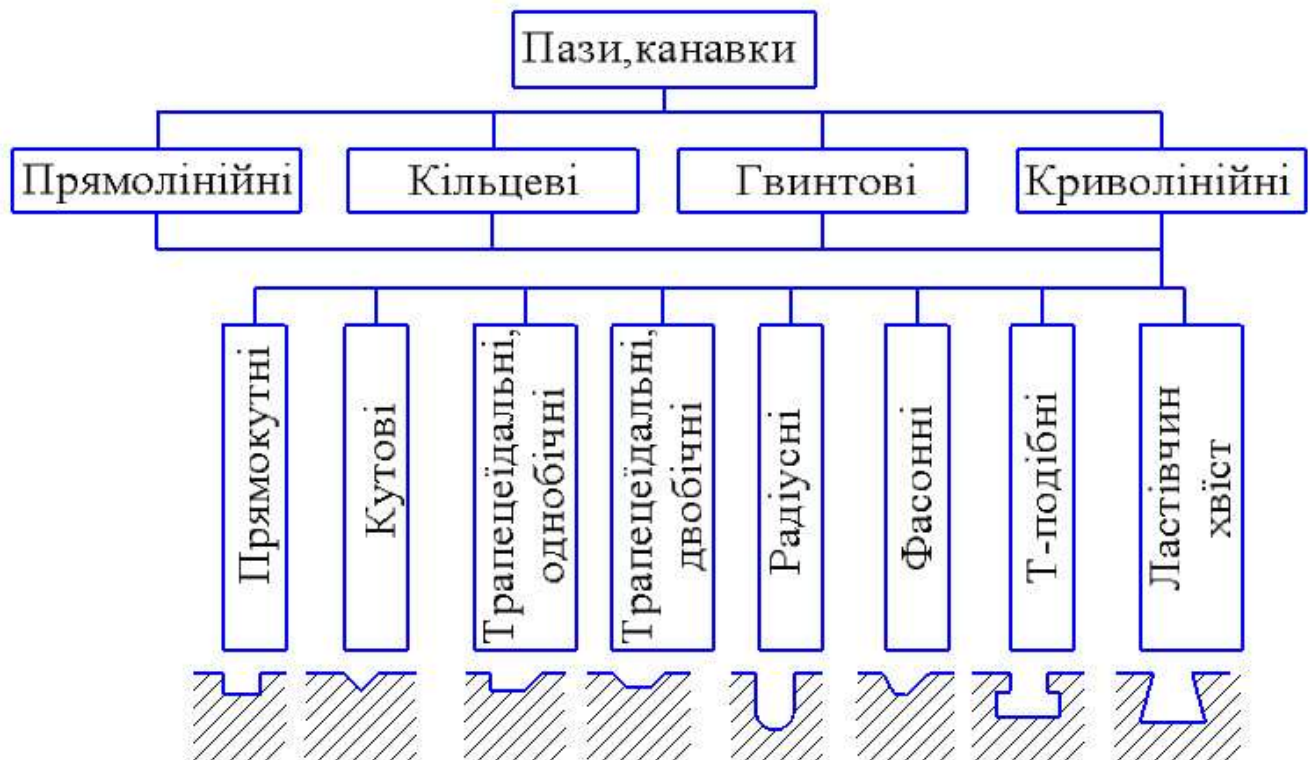


Рисунок 1.3 – До класифікації канавок

Форму конструктивних елементів деталей /КЕД/ уніфікують за функціональним призначенням. Приклад уніфікації форми технологічних канавок зображено на рис. 1.4. На наступному етапі уніфікації підлягають розміри та якісні характеристики КЕД. Уніфікація на цьому рівні полягає в аналізі застосовуваності кожного розміру однотипних елементів, їх якісних характеристик та об'єднання близьку за значенням або скороченням рідко застосовуваних. За результатами уніфікації форми, розмірів та якісних характеристик розроблюються стандарти на КЕД, в яких встановлюються деякі розміри елемента з урахуванням розмірів, перспективних до застосування.

Конструкції деталей уніфікуються і стандартизуються у взаємозв'язку з технологією їх обробки, ріжучого і матеріального інструмента.

Технологічна уніфікація - це уніфікація робочих і допоміжних кодів, схем обробки, типових поверхонь і комплексів поверхонь, переходів, операцій і маршрутів обробки деталей.

Стандартизацією технології передбачається визначення фіксованого складу і послідовності технологічних переходів при обробці елемента мої

поверхні, ріжучого і матеріального інструмента, що застосовує при цьому. Стандартна технологія розроблюється на базі найбільш раціональних і перспективних методів обробки, видів технологічного оснащення, інструмента для розробки таблиць відповідності, які використовуються при розробці стандартів.

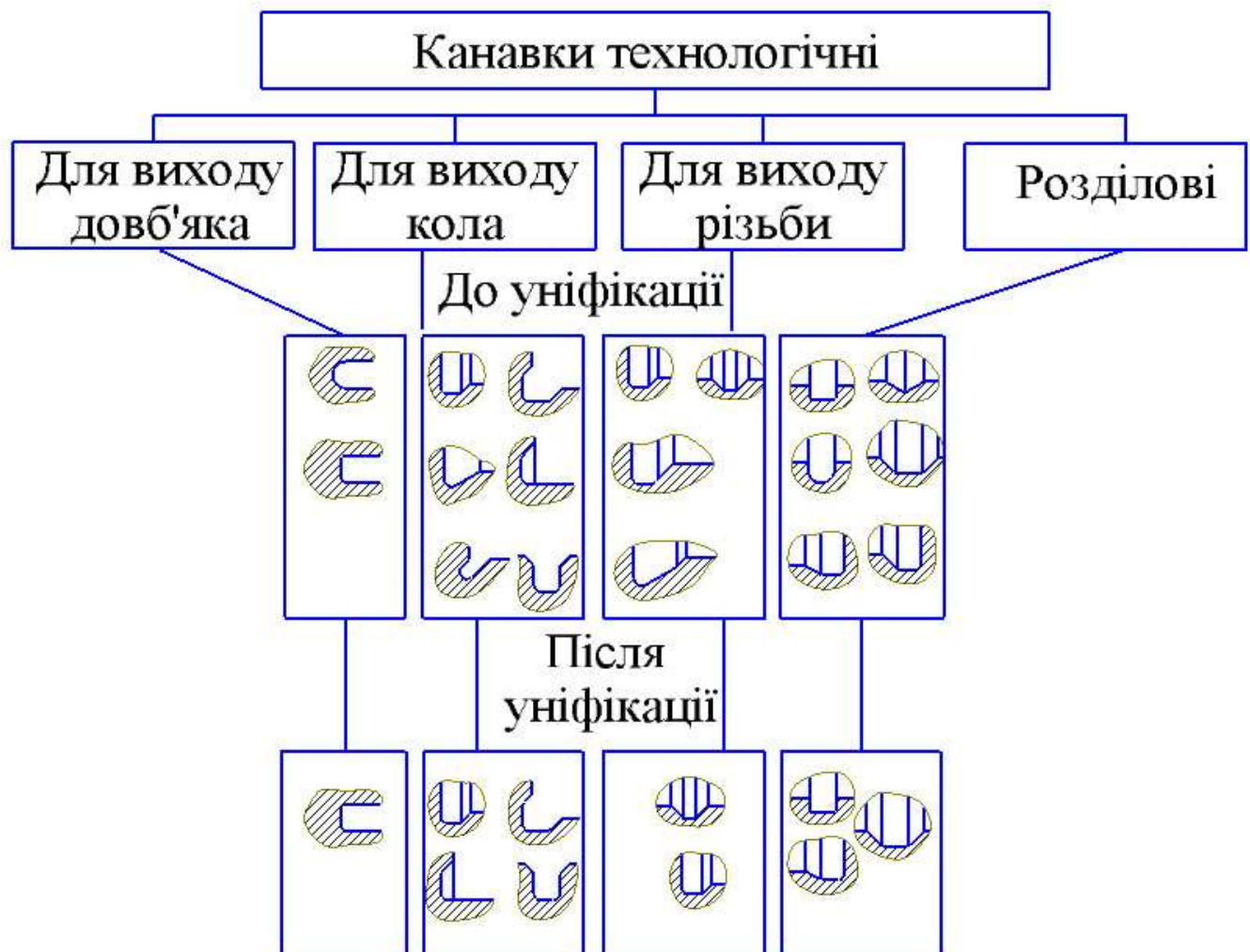


Рисунок 1.4 – До уніфікації технологічних канавок.

Розподіл стандартних технологічних процесів на окремі елементи ходи дає можливість уніфікувати керуючі програми /КП/ верстатів її ЧПК. В основу уніфікації КП покладено класифікацію рухів ріжучого інструмента при обробці поверхонь заготовки. Розрізняють робочі та допоміжні ходи. Робочий хід - це рух інструмента відносно заготовки, що виконується на подачах, які визначаються процесом виготовлення деталей. Розрізняють врізання інструмента, його вихід і хід за зміною форми заготовки. Допоміжний хід виконується на підвищених

швидкостях і не пов'язаний з обробкою, влізанням і виходом інструмента. У результаті уніфікації робочих ходів отримують бібліотеку типових схем рухів, що виконуються інструментом відносно заготовки. Потім уніфікують елементи КП для обробки типових поверхонь, комплексів поверхонь і деталей.

Уніфікація переходів дає можливість зменшити кількість способів обробки елементарних поверхонь, номенклатуру інструмента, що застосовується, витрати на технологічну підготовку виробництва. Для цього складають таблиці відповідності між поверхнею, елементарним планом обробки /ЕПО/ і Інструментом, що застосовується. Такі таблиці використовують при складанні САПР ТВ.

Уніфікація операцій і маршрутів обробки ґрунтується на групуванні деталей. Для групи деталей розробляється декілька альтернативних маршрутів із типових операцій, які забезпечують максимальну уніфікацію схем базування, обладнання та пристосувань, що вживаються, методів обробки; мінімізацію витрат на обслуговування обладнання і технологічну підготовку виробництва. Уніфікація операцій дає можливість зменшити кількість налагоджувань обладнання, а уніфікація маршрутів - кількість організаційних структур ГВС.

Ефективність робіт з уніфікації технологічних об'єктів і рішень значно підвищується, якщо використовувати обчислювальну техніку і створювати банки даних технологічного призначення, що входять до АСТПВ.

1.4. Типізації технологічних процесів

Одним із перших хто запропонував ідею типізації технологічних процесів був д-р тех. наук, професор А. П. Соколовський. Ця методика типізації технологічних процесів основана на систематизації процесу, в основі якої покладено класифікація деталей.

Класифікаційні ознаки, які брав професор були: форма (конфігурація деталі), розмір виробу, точність і якість (шорсткість) оброблюваних поверхонь, матеріал виробу. Класифікація побудована за схемою клас - підклас - група - тип.

						Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Базою класифікаційного підрозділу є клас, який являє собою сукупність деталей чіткої конфігурації, які характеризуються спільністю технологічних задач, що формуються при їх виготовленні. Кожен клас ділиться на підкласи по конфігурації деталей; підкласи - на групи (підгрупи), а кожна група (підгрупа) ділиться на типи. Підкласи, групи та підгрупи слугують проміжними ланками класифікатора і самостійного значення не мають.

Типом називається сукупність за конструктивними ознаками схожих виробів, що мають в певних виробничих умовах загальний технологічний процес. Отож, кінцева мета класифікації деталей - встановлення типів деталей. Метою ж створення типових технологічних процесів є систематизації технологічних процесів для опрацювання однотипних деталей. Технологічний процес створюється для кожного типу деталі. В межах одного типу дозволяється розбіжність в планах операцій за допомогою додавання або виключення невластивих операцій. За методикою професора Соколовського класифікація має конструкторській характер, а ознаками спільності слугують технологічні завдання і технологічні процеси виготовлення виробів. Недоліком цієї методики є те, що при класифікації к-сть типів деталей, відповідно і типових процесів є дуже великим.

Характерним завдання є те, аби відшукати раціональний шлях здійснення цієї ідеї в певних виробничих умовах, адже базові положення типізації технологічних процесів, запропоновані А. П. Соколовським, є досить правильними.

При практичній реалізації цієї ідеї, основною причиною стало прагнення застосовувати принцип типізації технологічних процесів і методику професора Соколовського в абияких виробничих умовах, зробивши її універсальною для усіх видів виробництва. Найчастіше застосування маршрутних типових технологічних процесів є основним для багатосерійного і масового виробництва. Це доводиться тим, що в цьому випадку майже кожен процес повинен бути типовим і нести в собі максимум інформації, використаної при розроблені технологічного процесу на виготовлення деталі того ж типу. Типізація повинна забезпечити вилучення різноманіття технологічних процесів шляхом зведення їх

						Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

до обмеженого числа типів і бути основою для створення стандартів на типові технологічні процеси.

Багаторічний досвід показує, що при типізації в основному повинні бути використані три напрямки: типізація безпосередньо технологічних процесів безвідносно до деталей підприємства, коли в основу береться технологічний процес; типізація технологічних процесів, побудована на класифікації деталей, коли основою є реальна деталь; типізація на основі поєднання типового технологічного процесу з класифікацією реальних деталей [2].

Перший напрямок використовується при створенні нових технологічних процесів в таких виробництвах, як хімічне, металургійне, ливарне, прокатне, гальванічне і т. п. Також, воно застосовується при визначенні раціональних методів отримання заготовок, механообробки, виборі режимів різання і т. д. Характерний технологічний процес в цих випадках створюється, як зразковий, який забезпечує запровадження передової техніки і прогресивної технології. Це найбільш важливо при розробленні нових і реконструкції діючих виробництв. У цьому випадку характерний технологічний процес служить основою для проектування нового ефективного обладнання, продуктивних металургійних агрегатів, термічних агрегатів, прокатних станів, і т. п.

Другий напрямок, відповідає ідеї професора Соколовського, дозволяє застосовувати найбільш прогресивні методи виробництва деталей машин, механізмів, приладів.

Третій напрям застосовує тоді, коли є необхідність орієнтуватися не тільки на реальний виріб, але вносити окремі корективи в розробку типового технологічного процесу при вирішенні.

Як уже наголошувалось, *мета типізації* - стандартизувати технологічний процес і домогтися, щоб обробка однакових і подібних деталей здійснювалася за допомогою загальних, найбільш досконалих і ефективних методів [2]. Стандарт, як правило, створюють на характерний технологічний процес, що складається з комплексу технологічних операцій, і на технологічні операції, що мають

						Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

самостійне значення і застосовується при розробці інших видів технологічних процесів.

Типізація технологічних процесів може проводитися в двох напрямках. В основі першого лежить проведення такої класифікації самих виробів, в результаті якої виявляється деяке число типів; причому вироби одного типу повинні оброблятися за принципово загальним характерним технологічним процесом. Рішення завдання класифікації в загальному вигляді показано на рис. 1.5. Суть другого напрямку полягає в типізації елементів технологічного процесу, які відносяться до обробки або виробів, або їх окремих поверхонь або поєднування цих поверхонь. Ці результати застосовуються для більш поглибленого вивчення елементарних технологічних процесів, вони дозволяють отримати інформаційний матеріал, який застосовується для проведення робіт по автоматизації проектування технологічних процесів.

Описаний вище перший напрямок є основним, другий вважають допоміжним.

Типізація МТП(маршрутних технологічних процесів) та їх елементів створюється на базі класифікації та типізації об'єктів підприємства та окремих елементарних поверхонь. В цьому випадку об'єктами класифікації і типізації вважають: елементарні поверхні, поєднання декількох поверхонь, деталі, вузли, вироби. Згідно з рис. 1.5 створюється: елементарні технологічні процеси, стандартні технологічні процеси на операції і стандартні технологічні процеси (маршрутні).

Будемо аналізувати деякі питання, пов'язані з створенням типових технологічних процесів.

На опрацювання елементарних поверхонь розробляються елементарні типові технологічні процеси маючи вигляд сукупності переходів (операцій). Доречність таких розробок пояснюється тим, що абияка деталь являє собою ту чи іншу сукупність простих поверхонь. Розроблення елементарних технологічних процесів обробки цих поверхонь слугує допоміжним матеріалом при проектуванні типових технологічних процесів обробки виробів. Схожі

						Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розробки не тільки допомагають при виборі чудових технологічних рішень, а й необхідні в разі застосування обчислювальних машин для розроблення технологічних процесів.

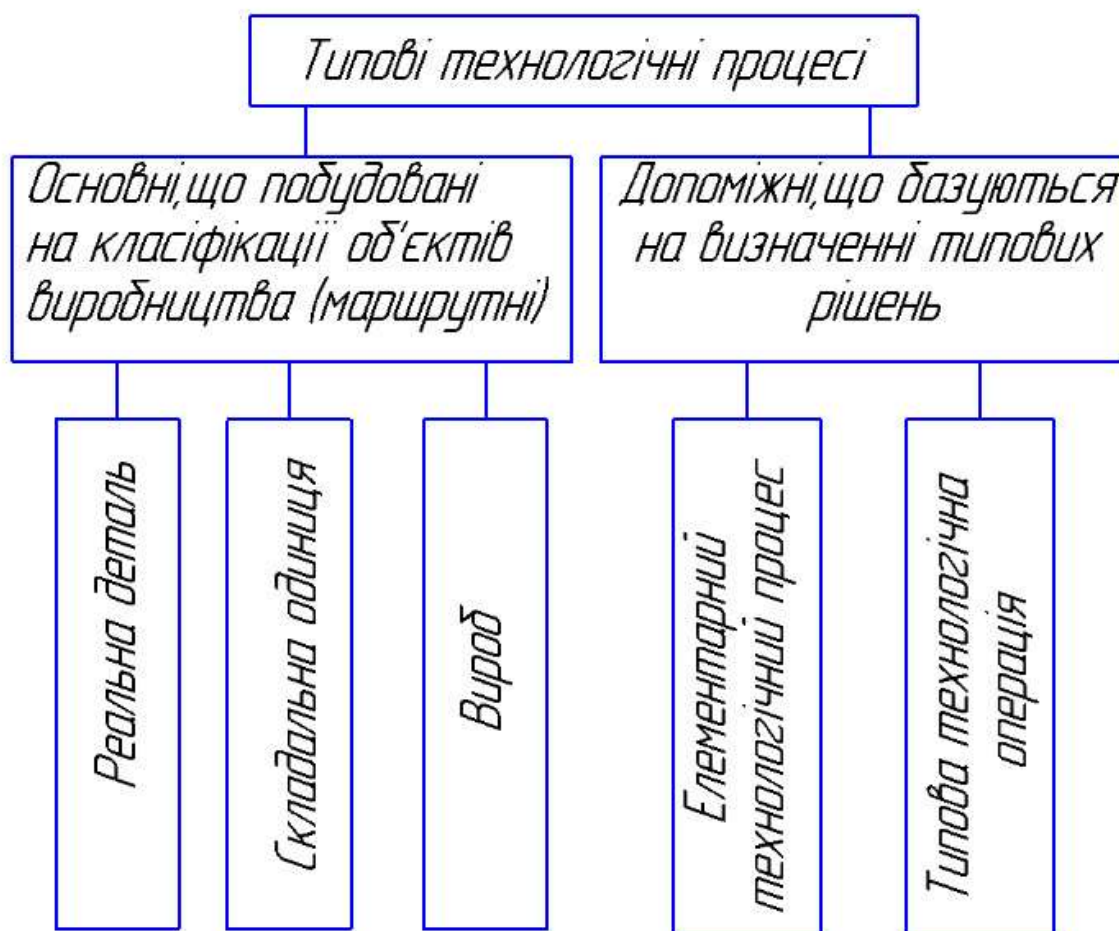


Рисунок 1.5 - Типизация технологічних процесів

Технологічний процес являє собою сукупність технологічних операцій і його рівень багато в чому залежить від структури і матеріальної оснащеності останніх [5]. При універсальному плані типізації технологічних процесів необхідно прогнозувати роботу по типізації технологічних операцій, що повторюються при обробці виробів родинних груп і сполучень елементарних поверхонь.

Такі процеси використовуються при створенні загального технологічного маршруту. Необхідно скласти характерну операційну карту на кожну типову технологічну операцію, яка може бути використана як вихідна інформаційна

база при створенні маршрутних технологічних процесів і стандартів на них, а також при формуванні інформаційних фондів.

Систематизація найбільш поширених типових операцій повинна забезпечувати використання удосконалених методів проектування і виконання цих операцій.

Типові операційні процеси мають проектуватися: для виготовлення деталей на верстатах і для їх зборки; при отриманні заготовок литтям під тиском, по моделях, що виплавляються, холодним штампуванням, штампуванням рідкого металу; для оздоблювальних процесів, контрольних операцій і т. п. Це виключає помилковий підхід до вибору засобів і методів виконання технологічних операцій при виготовленні близьких по конструктивно-технологічними параметрами готових виробів та заготовок, і забезпечує узагальнення і розповсюдження передового досвіду.

Як інструктивні і керівні матеріали часто використовують карти типових технологічних процесів і повинні розроблятися заводами і НДІ(науково-дослідний інститут).

Характерні технологічні маршрути (процеси) розробляються: для виготовлення певного типу деталей на всіх технологічних операціях; на стандартні і характерні типи виробів даного виробництва; на однотипні вузли і окремі вироби; на провідні, найбільш складні і точні деталі і вузли одного призначення, вироблені на різних підприємствах; на окремі прогресивні методи обробки; на процеси зборки окремих вузлів і виробів.

Досить простою є організація розробки типових процесів для стандартних виробів. Вони вважаються порівняно стабільні і мають характеристику високим рівнем оснащеності. Технологічна документація цих процесів може бути оформлена у вигляді стандартів.

Характерні технологічні процеси для стандартних виробів охоплюють зазвичай кілька подібних деталей і оформляються у вигляді єдиного процесу з додатком таблиць типорозмірів цих деталей [5].

						Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Типові технологічні процеси, які характерні для даного підприємства (галузі промисловості), охоплюють деталі, які мають однаковий технологічний маршрут обробки, один тип обладнання та технологічне оснащення. Ці процеси часто розробляються у вигляді інструктивного матеріалу з точним описом маршрутної технології. Сюди ж можна додати форми технологічних карт для відповідних конкретних виробів. Характерні процеси-інструкції часто розробляються на такі деталі, як вали, кронштейни, рейки, ходові гайки, хрестовини диференціали, шестерні і т. п.

На підприємствах з усталеною номенклатурою у машинах і приладах зустрічаються стандартні і характерні вузли і механізми, тому типові технологічні процеси застосовуються і для збірок. В такому випадку в технологічних документах (також складаються у вигляді керівних матеріалів) перераховується докладний процес зборки із зазначенням оснащення, методів контролю, випробувань і т. п.

Розробка характерних процесів збирання базується на застосуванні прогресивних методів виробництва і спеціального технологічного обладнання (інструмент, пристосування, контрольні засоби і т. п.).

Характерний технологічний процес має такі характеристики: єдність змісту і послідовності багатьох технологічних операцій для продукції, мають загальні конструктивні ознаки. Прогресивність і змінюваність відповідно до розвитку науки і технології – основні характеристики типового процесу.

Вихідну інформацію, використовувану для створення абиякого, в тому числі і типового технологічного процесу, ділять на базову, керівну і довідкову. Розроблення типового технологічного процесу багато в чому залежить від повноти і якості вихідної інформації. Важливі стадії розробки характерних технологічних процесів, завдання, які вирішуються на цих етапах, і основні документи, які використовуються для забезпечення вирішення цих завдань, можна переглянути в ГОСТ 14.303-73. Необхідність кожної стадії, зміст завдань і послідовність їх розв'язання визначаються розробником стандартного технологічного процесу в залежності від конкретних умов виробництва.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Створення типових технологічних процесів можуть проводитись в двох напрямках. У першому напрямі робочі процеси, які розробляються для конкретних умов даного виробництва (галузі), що є документом, за яким проводиться виготовлення(збірка) даного виробу, або деталі безпосередньо на робочих місцях. Стосовно другого напрямку, то перспективні процеси, що створюються на основі можливого застосування більш досконалих методів і засобів технологічного обладнання. Перспективний технологічний процес є інформаційною базою для створення робочих технологічних процесів при проектуванні нових підприємств, організаційній розбудові їх і технічному переозброєнні.

Розробка типових технологічних процесів дозволить уникнути повторних і нових розробок при проектуванні робочих технологічних процесів. Це призведе зменшення часу на технологічну підготовку даного виробництва і забезпечує однаковість технологічних рішень.

1.5 Висновки

1. Рівень розвитку ГВС на сучасному періоді автоматизації не дозволяє обробляти деталі абиякого призначення і конфігурації на одному і тому ж обладнанні, тому необхідно провести ретельний аналіз номенклатури продукції, що випускається, обрати певну стратегію диференціації і концентрації виробництва в межах галузі, підвищити рівень технологічної уніфікації, типізації і стандартизації

2. Роботи з уніфікації на всіх етапах підготовки виробництва забезпечують скорочення невиправданого різноманіття конструкторських і технологічних рішень. Напрямок уніфікації : запозичення і стандартизація об'єктів виробництва, засобів і методів.

3. Основні завдання уніфікації об'єктів і технологічних рішень багато-номенклатурного виробництва - підвищити рівень організації, загальну культуру виробництва, продуктивність праці, ліквідувати протиріччя між *автоматизацією* і *серійністю* продукції, що випускається. Результати уніфікації: стандартні та

						Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

уніфіковані конструкції виробів, блоків виробів деталей, поверхонь деталей, заготовок; вимоги до якості поверхонь; склад матеріалів, що рекомендуються, методи формотворення, обладнання тощо; уніфіковані маршрутні та операційні ТВ, плани обробки окремих поверхонь і їх комплексів, уніфіковані переходи; правила обробки виробів на технологічність і адресація до уніфікованих рішень.

4. У вирішенні завдань уніфікації лежить систематизація підібраних об'єктів по найбільш важливим показникам, дослідження причинно-наслідкових зв'язків між конструкцією об'єктів та виконуваними функціями і знайдення закономірностей побудови обмежених типорозмірний рядів, що регламентуються стандартами виробництва.

5. Уніфікація має *конструкторську* та *технологічну* складові.

Конструкторська уніфікація спрямована на скорочення невиправданого розмаїття конструкцій, їх складових частин і параметрів за умови збереження необхідного їх розмаїття.

Технологічна уніфікації є продовженням конструкторської і здійснюється на основі концентрації виготовлення технологічно однорідних об'єктів виробництва в спеціалізованих підрозділах виробничої системи.

6. Існують наступні системи уніфікації технологічних об'єктів: уніфікація деталей, поверхонь, комплексів поверхонь, переходів, операцій і маршрутів обробки.

7. Мета типізації - стандартизувати технологічний процес, здійснювати обробку однакових і подібних деталей за допомогою загальних, найбільш досконалих і ефективних методів [2].

8. Метою розробки типових технологічних процесів є систематизації технологічних процесів для виготовлення однотипних виробів. Технологічний процес створюється для кожного типу виробу. В межах однотипного процесу допускається розбіжність в планах операцій.

9. Використовуються три напрями при: типізація безпосередньо технологічних процесів безвідносно до деталей виробництва, коли в основу береться технологічний процес; типізація технологічних процесів, створена на

						Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

класифікації деталей, коли базою є реальна деталь; типізація на основі поєднання в одне ціле типового технологічного процесу з класифікацією реальних деталей.

10. Типізація технологічних процесів може вестися в двох напрямках:

- *перше* полягає в проведенні такої класифікації самих виробів, в результаті, якої виявляється якесь число типів; причому деталі одного типу повинні оброблятися за принципово загальним типовим технологічним процесом.

- *другий* напрямок полягає в типізації елементів технологічного процесу, що відносяться до виготовлення або самих виробів, або їх окремих поверхонь, або поєднань цих поверхонь. Ці результати застосовують для більш поглибленого вивчення елементарних технологічних процесів. Також ці результати дають можливість отримати інформаційний матеріал, який потрібно для проведення робіт по автоматизації проектування технологічних процесів.

Розділ 2. Групова технологія – основа багатомономенклатурного виробництва

2.1 Технологічні основи групової технології

Гнучке автоматизоване виробництво характеризується широкою номенклатурою та швидкою змінюваністю об'єктів виробництва. Ефективність функціонування ГАВ в одиничному та серійному виробництві залежить головним чином від стабільності виробничого процесу. Навіть за встановленої спеціалізації підприємства на випуск продукції одного певного виду регулярність виготовлення деталей не однакова. Багато часу витрачається на переналагоджування при зміні об'єкта виробництва, тому знижуються продуктивність праці й ефективність випуску продукції. Проте положення суттєво змінюється, коли переходять до випуску груп і конструктивно та технологічно подібних деталей різних виробів. Регулярність виготовлення груп деталей підвищується, і за рівнем продуктивності таке виробництво наближається до крупносерійного та масового. Технологія виробництва груп деталей ґрунтується на принципах групового

						Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виробництва, основні положення якого сформулював у 50-х роках С.П.Митрофанов.

Групове виробництво - це передова конфігурація дискретних виробничих процесів з технічно-економічними властивостями, економіко-організаційною основою якої є подетальна/ предметна/ спеціалізація ділянок і цехів, а технологічною складовою - уніфікована групова форма організації технологічних процесів.

Створені наукові основи технічної підготовки групового виробництва, широко застосовувані верстати з ЧПК, промислові роботи, автоматичні склади та транспортні пристрої, засоби обчислювальної техніки створюють змогу розв'язувати труднощі загальної автоматизації серійного та навіть одиничного виробництва на основі ГВС.

Деталі приладів та машин мають багато технологічних, конструктивних та розмірних ознак, не звертаючи увагу на різні варіації та характеристики конструкцій. Загальні особливості яких можна знайти за допомогою певних систем та сполучити деталі в групи.

Групою являється комплекс деталей, який має при обробці загальні оснащення та обладнання, а також нормалізує поодинокі операції чи весь технологічний процес. Створення груп відбувається наступним чином: до відома беруться параметри деталей (адже саме вони впливають на визначення розмірів технологічного пристрою та тип обладнання); визначаються загальні геометричні форми (їх точність та однорідність) та поверхні (шорсткість) для запуску серійності та зниження фінансових витрат під час процесу.

Під час створення групового виробництва має бути цілковита подібність групи в: організаційно-плановому (організація виробництва та єдність планування), технологічному (єдині технології), конструкторському та інструментальному (спільні оснащення). Потрібно підкреслити, що освіта технологічних груп потребує високої компетентності, специфічних навичок та технічних знань, адже це являється дуже відповідальним процесом.

						Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Формування групових процесів для створення деталей може ґрунтуватися на різноманітних методах групування деталей.

При цьому можливі:

1) об'єднання деталей у групи по їх текстурі поверхонь (дає змогу створити різновид можливостей в обробці поверхонь при використанні комбінації, після цього техніка оброблення любого виробу буде функціональною).

2) об'єднання деталей в групи по домінуючим типам обробленням, подібності технологічного оснащення та єдності настройок верстата. Функція деталі приймається до уваги в будь-яких обставинах, а теж її параметри, текстура, діапазон випуску, структура та ін.

3) об'єднання деталей в групи по конструкторсько-технологічною подібністю (максимально характерними представниками в цьому випадку є групи шпинделів, втулок і ін.);

Технологічні шляхи об'єднання за рівнем охоплення розділяються на:

1) вироби з загальним об'єднанням процесом оброблення (уніфікація даної деталі проходить одним способом оброблення, на єдиному виду устаткування або застосовується комбінація типів оброблення, використовуючи при цьому різні типи обладнання.

2) вироби з неповною уніфікацією процесів оброблення, коли спільна технологія використовується на одному режимі оброблення неоднакових деталей або на різних (споріднені в технологічному процесі оброблення однієї деталі).

Створення груп включає усі фактичні в номенклатурі наявні вироби, комбіновані, умовно зроблені деталі, які наділені геометричними складниками виробу цієї групи. Фактична деталь (так як вона являється самою складною) може бути комбінованою, якщо вона наділена всіма факторами оброблення виробу, що характеризують групу.

Груповий метод дозволяє застосування всіх вищезазначених груп, якщо вони принесуть користь в межах цього виробництва. Основним завданням

						Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

являється максимальне забезпечення економічно правильно створених виробів по об'єднанню виробництва.

Груповий метод допускає використання всіх зазначених видів групування, якщо вони доцільні в умовах даного виробництва. При цьому головне завдання полягає в тому, щоб забезпечити максимальний обсяг економічно виправданих робіт по уніфікації виробництва.

Багатогранність групового метода проявляється в тому, що на одному заводі можна використовувати деякі або всі процеси, групи деталей та способи сортування. Об'єднанні технології не можуть в повній мірі розкритися там де є стримуючі умови, це добре видно на зразках типізації технологічних процесів (програма, що об'єднує деталі непередбачуваним збігом, відштовхуючись від геометричних характеристик деталей, що створюють тип).

На рис. 2.1. вказано конфігурацію групового виробництва. Під час створення групового виробництва відбувається певна робота: аналізується номенклатура деталей; створення групи деталей; об'єднання виробів та тестування їх на технологічність; створення комплексного плану; визначення класифікації деталей; вибір модернізації обладнання; аналізуються групові технологічні процеси; вибір і проектування переналагоджуваних засобів технологічного та групового оснащення; нормування групових технологічних процесів; оперативне планування й управління виробництвом; дослідно промислова експлуатація та впровадження.

						Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.1 - Структура групового виробництва

Матриця (табл. 2.1) вмістила в себе груповий технологічний процес (по вертикалі були розміщені деталі, що знаходяться в групі, а по горизонталі – це переходи). Цифра 1 являється показником, що деталь має визначений перехід по технологічному напрямку обробки і-ї деталі, цифра 0 – показує, що вона стоїть на місці. Обчислювальна техніка створює зручність в технологічному процесу.

Таблиця 2.1. Матриця групового технологічного процесу

Позначення деталі	Перехід							Σj
	1	2	3	4	5	6	7	
А	1	0	1	0	1	1	0	4
Б	1	1	0	0	1	1	1	5
В	0	1	1	1	1	0	1	5
Г	0	1	1	0	0	1	1	4
Д	0	1	0	1	1	1	1	5
Е	0	1	1	1	1	0	1	5
Σi	2	5	4	3	5	4	5	

Матриця може мати в собі непостійні характеристики, які показують нормативний період створення деяких етапах. Ці дані дають перспективу для створення еластичних виробничих систем з використанням механічного оброблення, а також можуть охарактеризувати загрузку верстатів, оцінити, яка кількість обладнання буде необхідна та спланувати вигідну систему загалом.

2.2 Задачі групування деталей та технологічних рішень

Введення групових технологічних процесів було створено для спрощення роботи, зменшилося «роботи з паперами», розробляються дані для створення деталей на верстатах з ЧПК в циклі «проектування - виготовлення».

Розбір номенклатури продукції, об'єднання деталей та вузлів в межах галузі, окремого виробництва чи машинобудівного комплексу в цілому дуже спрощує вже накопчений досвід, який ми перейняли у вітчизняному машинобудуванні (створення групи деталей, групових технологічних процесів та комплексних деталей).

Групова технологія принесе самий кращий результат, якщо продукція буде випускатися серіями чи невеликими партіями, адже для групового методу виробництва фундаментальною характеристикою являється технологічна класифікація, а не конструкторська (характерна для типових методів оброблення деталей).

Дрібносерійні виробництва через відсутність певних технологічних умов інколи не можуть почати паралельний запуск різних деталей з однієї групи, тому організаційні фактори при групуванні деталей в звичних виробництвах беруться до уваги тільки ході виготовлення ділянок групової обробки.

2.3 Методи групування деталей

У гнучкому виробництві **можливість організаційно-технологічного групування** забезпечується застосуванням верстатів з ЧПК, адже вони не

						Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вимагають чималої чисельності технологічного обладнання, а також у системі управління ГВС є можливість швидко створювати групи беручи до уваги поточний стан і характеристики портфеля замовлень, що створює певні вимоги та межі виробничого характеру. Такий шлях організаційно-технологічного групування дає можливість створювати, як короткострокові (виконання якої відбудеться протягом однієї зміни), так і довгострокові (що може виконуватися на протязі одного місяця або кварталу) оперативно-виробничі планування роботи ГВС.

Зменшення маршрутних простоїв під час оперативного планування та деталі маршрутного об'єднання при створенні технології, являються дуже важливими у традиційному виробництві, тому і вибирають використання верстатів з ЧПК і верстатів, які можуть створити багато різних деталей (багатоцільові), а ГВС втрачають свою гостроту.

Передовими технологіями вважається технологічні САПР, адже вони дають можливість створювати групи схожих деталей по окремій машині, а також технологічні процеси для виготовлення деталей на різних машинах. ГВС практично завжди має базовий комплект об'єднаного технологічного обладнання, а топові САПР створюють керуючі програми (КП) з об'єднаними технологічними ланцюгами, які створені для оброблення деяких елементів форми.

Короткострокові групування деталей являються дуже важливими в межах виробничого процесу, адже воно бере до уваги точні виробничі умови, що створилися в ГВС на початку зміни. Обставини можуть мінятися, якщо під час виробництва було виявлено, що потрібно додати або виключити певні замовлення, перевантаження обладнання, потреба виправлення браку.

При створенні груп потрібно мати надійне базове обладнання і ріжучий інструмент, ці потреби актуальні на перших стадіях створення груп та технологічної підготовки виробництва. Тестова обробка першої деталі, являється фундаментальною, а спільні види інструментів зменшує час на неї, та збільшує час на підготовчо-заклучну частину.

						Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ціль групування деталей за вживаним інструментом складається в розподіленні операцій на щонайменше груп, щоб одна група робилася в межах однієї інструментальної наладки. Для створення систематичних операцій для одиночної деталі відбувається об'єднання операцій в одну та потребує загальний комплект інструмента. Під час короткострокового планування роботи ГВС систематичні операції для одиночної деталі розглядаються порізно, що дає змогу створювати їх в межах однієї групи на одному верстаті.

Певні деталі не можна поєднати через дефіцит функцій в інструментальному магазині верстата або розстановку розбіжних інструментів в одній позиції. При наявності такого інциденту для них лишають тільки перші сумісні операції, а при створенні розкладу ці деталі знаходяться в кінці групи.

Технологічна специфіка операцій полегшується з-за допомогою застосування алгоритмів групування деталей за вживаним інструментом, адже деякі інструменти застосовуються вельми часто при обробленні деталей. Наприклад під час виробництва Сасовського верстатобудівного виробничого об'єднання було задокументовано 53 назви інструменту, але частіше всіх використовувалося тільки 13.

Створення груп для деталей - праця не з легких, вона включає в себе багато роботи, тому бажано, щоб це робив технолог з багаторічним досвідом, а **автоматичне групування деталей за класифікаціями їх елементарних поверхонь** полегшує цей процес, що і робить його актуальним. При сполученні технологічних процесів цей спосіб дає змогу створити основний технологічний процес оброблення різної деталі однієї групи.

Функцію групування деталей потрібно довести до автоматизму з наступним створенням групових технологій потребується формалізація фундаментальних понять технології. Передовими є напрямки формалізації, які ґрунтуються на правилах будування **комплексів елементів форми і модульною технологією**.

						Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Поверхні корпусних деталей при обробленні діляться на 4 основні групи: на внутрішні (отвори) та зовнішні циліндричні і конічні поверхні, площині та інші поверхні. Корпусні поверхні деталей на 90% складаються з отворів та площин. Поверхня в кожній групі буває елементарною або являтися об'єднанням елементарних поверхонь, що створюють частину форми.

Комплекси використовують для легкості опису поверхонь корпусних деталей (адже вони наповнені великою кількістю елементарних поверхонь), вони поєднують в собі: ступеневий та шлицьовий отвір і т.д. Для автоматизованого створення груп корпусних деталей і обчислення технологічних процесів оброблення створюється бібліотеки даних на основі самих популярних елементів форми (рис. 2.1 , а) та комплексів (рис. 2.1,б).

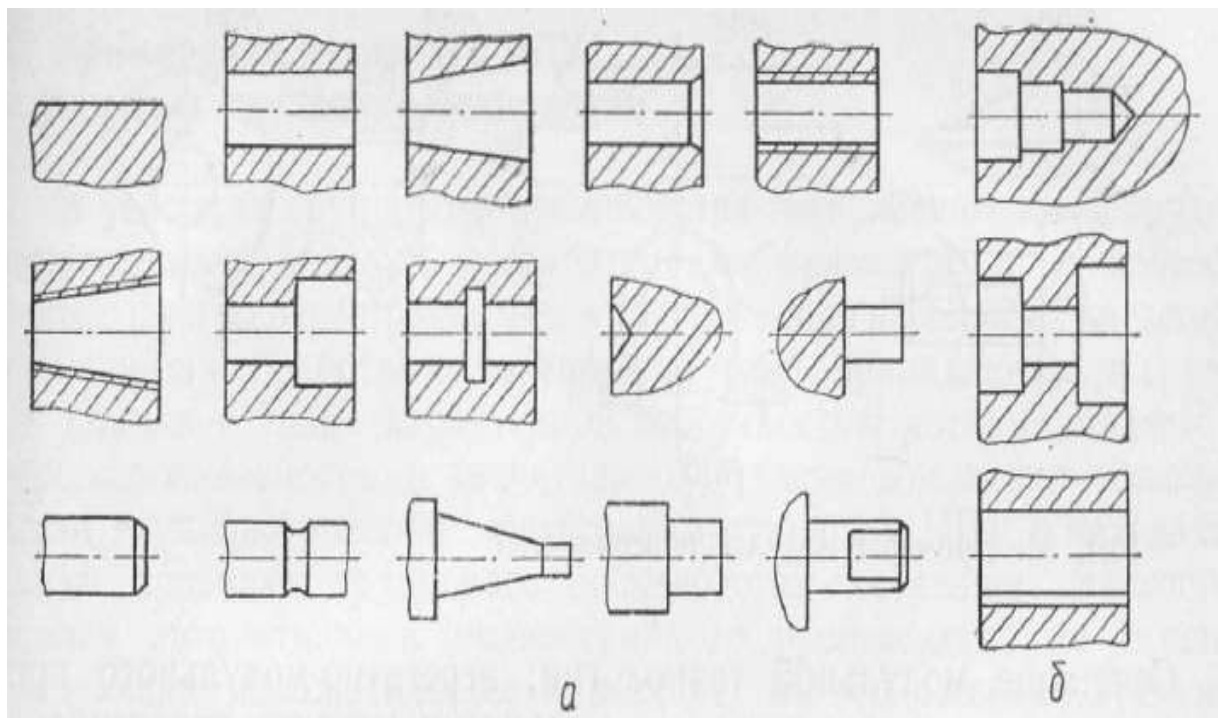


Рисунок 2.1 - Типові елементи форми (а) і комплекси (б) корпусних деталей

Модульна технологія заснована на тому, що будь-яка деталь може бути представлена сукупністю так званих модульних поверхонь, обраних з обмеженою номенклатури таких модулів. Під модулем розуміють сукупність поверхонь для

виконання певної службової функції деталі. Залежно від службового призначення всі поверхні деталей можна поділити на дві групи: виконавчі і зв'язуючі .

Виконавчі поверхні діляться на базують і робочі. Такий поділ поверхонь дозволяє сформувати модулі поверхонь трьох класів: базують (МПБ), робочі (МНР) (рис. 2.2) і зв'язуючі (МПС). У кожному класі модулі поверхонь групуються за конструктивними ознаками, що враховує характер розташування і геометрію поверхонь. Із запропонованих модулів поверхонь можна скласти практично будь-яку знову проєктовану деталь і тим самим значно скоротити терміни технологічної підготовки виробництва. Кожен модуль поверхні в залежності від вимог якості може бути отриманий в результаті реалізації типового технологічного процесу його обробки, який виконується на спеціально створеному верстатному обладнанні, призначеному для обробки не окремих поверхонь, а їх поєднань, що утворюють відповідний модуль.

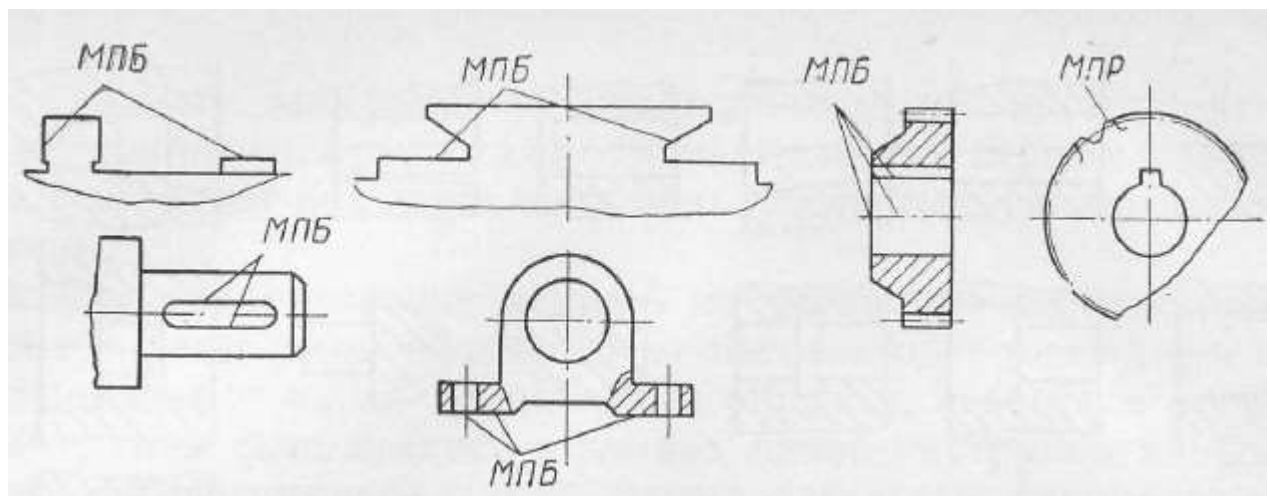


Рисунок 2.2 - Приклади модулів поверхонь

2.4 Групова технологія в малосерійному виробництві

При автоматизації процесу групування деталей необхідно перш за все визначити набір ознак групування у вигляді класифікаційного ряду, в якому знаки розташовуються за рівнем значущості. В якості найбільш поширених ознак вико-ристовують геометричну форму деталей, габаритні розміри, точність обробки і шорсткість поверхні, матеріал заготовки, спільність базування, серійність випу-ску, геометричне розташування оброблюваних поверхонь, жорсткість деталі в цілому і її окремих елементів і т. п. У кожній конкретній розробці набір ознак повинен ретельно уточнюватися і, крім того, якість групування істотно залежить від ієрархії розташування ознак. Помилки при ранжируванні ознак призводять до помилок групування.

Система групування в кінцевому рахунку повинна давати можливість оцінювати якість поділу деталей на групи. При цьому використовуються різні критерії: мінімізація обладнання, загального часу обробки групи деталей, сумарного простою обладнання в заданий період часу, допоміжного часу, що витрачається на базування, закріплення і зняття деталей; досягнення максимальної продуктивності і завантаження устаткування і т. д. В залежності від конкретної виробничої ситуації формується певна ієрархія критеріїв. Тому система групування повинна бути досить гнучкою, т. е. легко адаптуватися до зміни обставин виробництва.

Технологічна підготовка одиничного і дрібносерійного виробництва з використанням обладнання з ЧПК надзвичайно складна, і її організація на високому рівні неможлива без застосування ЕОМ. Особливо важливим етапом в автоматизації технологічної підготовки виробництва є групування даних: складання груп деталей і деталеопераций, побудова групових технологічних маршрутів, операційних і типових технологічних процесів.

						Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В умовах групового виробництва технологічне обладнання повинне мати достатню мобільністю, т. е. здатністю швидко перебудовуватися в порівняно невеликих межах часу для обробки однотипних деталей, що належать групі.

Верстати з ЧПК, характерною особливістю яких є **переналагоджуємість**, в значній мірі доповнюють можливості групового методу. Інтеграція верстатів з ЧПК з методичними прийомами групового виробництва становить надійну основу автоматизації дрібносерійного виробництва на основі наступних позитивних характеристик: скорочення часу переналагодження за рахунок швидкої зміни керуючих програм і переходу від повної переналагодження до простої підналагодження верстатів при використанні групової технології (зміна режимів різання, заміна інструменту і т.п.); скорочення машинного часу за рахунок оптимізації на верстатах з ЧПК і застосування більш досконалих методів виготовлення при груповій технології; скорочення допоміжного часу за рахунок концентрації обробки на верстатах з ЧПК і підвищення рівня оснащеності процесу обробки; зменшення витрат на проектування керуючих програм завдяки використанню ЕОМ і на проектування технології за рахунок використання групових документів з подальшою їх коригуванням для конкретних деталей.

Одним з **недоліків** верстатів з ЧПК, що застосовуються в груповому виробництві, як це не парадоксально, є їх універсальність, а значить, і висока вартість. Для умов групового виробництва доцільно мати програмно-керований обладнання, спеціалізоване для обробки групи деталей, а не розраховане на широку номенклатуру. У зв'язку з цим становить інтерес **агрегатно-модульний** принцип побудови обладнання, що відображає специфіку групового виробництва. Агрегатування верстатів з ЧПК може бути пов'язано з вимогами формування груп деталей, склад яких змінюється в зв'язку з мінливістю виробництва.

При створенні ділянок групової обробки з верстатів з ЧПК важливим є питання про комплектування оптимального за вартістю парку верстатів для обробки заданої номенклатури деталей. В цьому напрямку криються значні резерви

						Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зниження собівартості і підвищення фондівіддачі придбаного устаткування. В умовах групової технології значно спрощується технологічна документація для верстатів з ЧПК, так як для отримання, наприклад, керуючих програм буває досить відкоригувати групову програму. Підвищення ефективності досягається також організацією ділянок верстатів з ЧПК, управління якими здійснюється груповими методами. Застосування ЕОМ для безпосереднього управління групою верстатів відкрило нові функціональні можливості для техніки числового програмного керування верстатами. Багато функцій, що раніше виконувалися за допомогою електронного обладнання автономних систем ЧПК верстатами, стало можливим виконувати за допомогою ЕОМ.

Основним призначенням будь-якої системи групового управління верстатами від ЕОМ є одночасне і незалежне виготовлення на кожному верстаті різних деталей відповідно до технічної документації. Для досягнення цілей групового виробництва важливо визначити склад обладнання ділянки групової обробки.

При використанні методу класифікаційних рядів створюються банки даних верстатів з ЧПК, де здійснюється ранжування верстатів за вартістю, а також визначається зв'язок між вартістю верстата і його технологічними можливостями. На рис. 2.3, а наведено алгоритм класифікації токарних верстатів з ЧПК. До переліку класифікованих верстатів включені різні моделі, і тому графік (рис. 2.3,б) показує наростання вартості верстатів залежно від розширення їх технологічних можливостей. Модель верстата з найбільш широкими можливостями має магазин інструментів. При використанні цього алгоритму оптимальне рішення гарантується тим, що вибір верстатів ведеться з

ранжированого за вартістю ряду від самих- дешевих до дорогих тільки

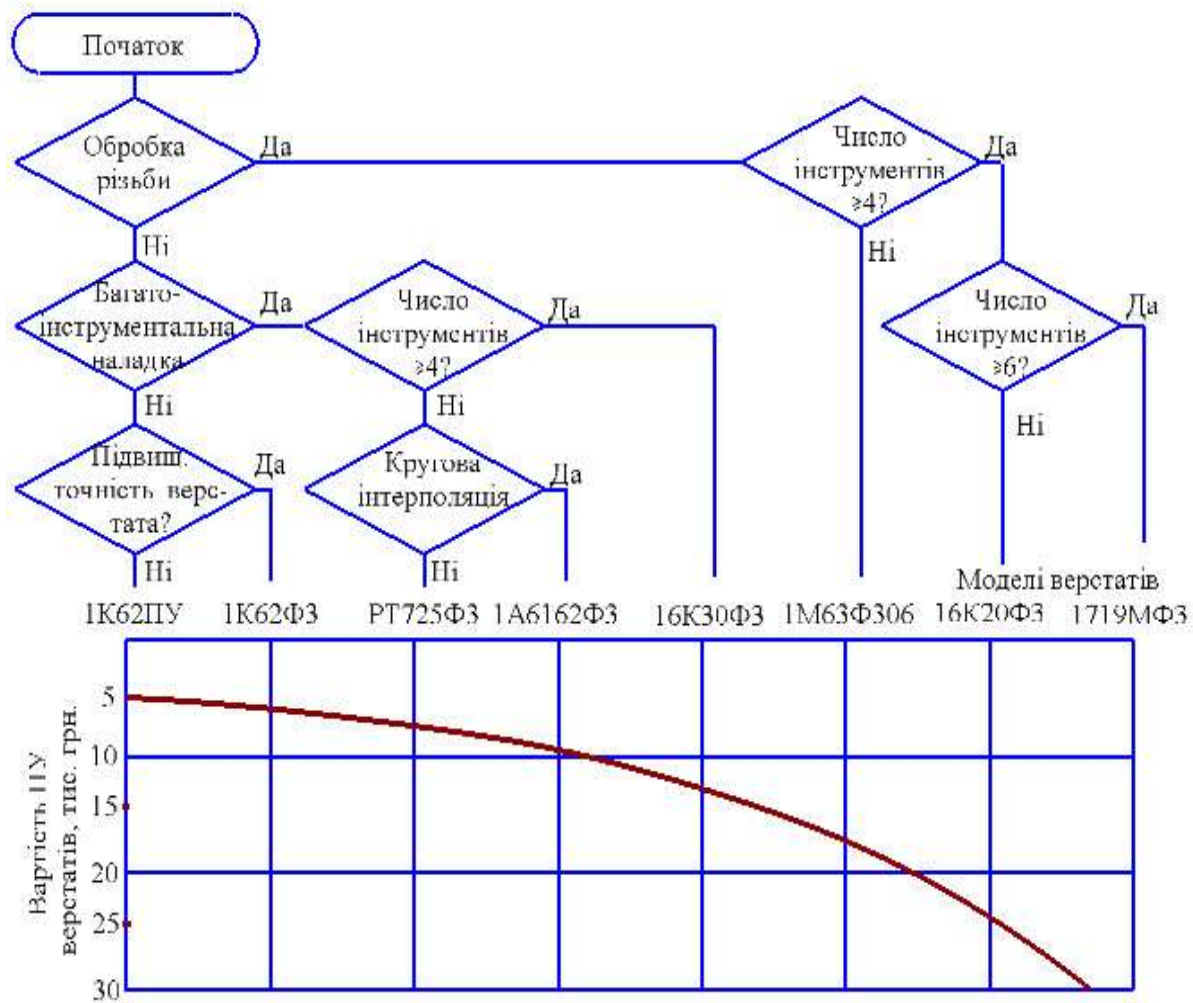


Рисунок 2.3 - Ранжування верстатів з ЧПК за ознаками технологічних можливостей і вартості: а - алгоритм ранжирування верстатів; б-ранжування верстатів по вартості.

ранжированого за вартістю ряду від самих- дешевих до дорогих при наявності підвищених показників оброблюваних деталей. Формальний процес оптимізації забезпечується правильним вибором ознак, що пов'язують вартість верстатів з їх технологічними можливостями і трансформацією цих ознак для можливості ранжирування деталей за складністю обробки.

Верстати з ЧПК найбільш доцільно використовувати в складі подетально-спеціалізованих ділянок , де простіше створити умови для їх технічного

обслуговування і раціонально організувати підготовку керуючих програм. Методика проектування робочих керуючих програм на основі групових заснована на застосуванні таблиць, які дозволяють коригувати коди, не вдаючись до складних розрахунків. Додатково розробляються програми виконання окремих фрагментів і ділянок траєкторії руху інструменту, які можуть включатися в основну програму. Це дозволяє розширити існуючі групи деталей особливо при оновленні виробництва. Використання верстатів в умовах групового виробництва, групове управління верстатами з ЧПК від ЕОМ є важливими етапами при створенні технологічних і організаційних передумов впровадження гнучких виробничих систем.

Метод для створення групи деталей за вживаним обробленням типу обладнання завоював найбільше розповсюдження в межах дрібносерійного та серійного виробництва з-за рахунок єдності налаштування верстата з застосуванням комплексної деталі та спільності технологічного обладнання.

Створення груп деталей для будування групових процесів бажано робити в певній послідовності: спочатку групові і потім маршрутні групові процеси.

Групування деталей за видами обробки.

На рис. 2.3 зображено послідовність класифікації деталей та зміст. Рисунок показує, що в загальному мається необхідність працювати з 3 характерними випадками.

Перший випадок. З-за допомогою групового оброблення з'явилася змога багато операцій поєднати в одну (обробні та заготівельні процеси, металообробні верстати і т.п.). На Рисунку 2.4 можна побачити деталі (цикл оброблення, яких не закінчений), що оброблялися в одній групі (на наступних процесах можуть бути складовими інших груп або створюються за унікальним процесом. Такий спосіб класифікації поміщає в собі максимальну кількість деталей, якщо група буде єдиною для всіх деталей цієї технологічної справи, це зробить його дуже ефективним.

						Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

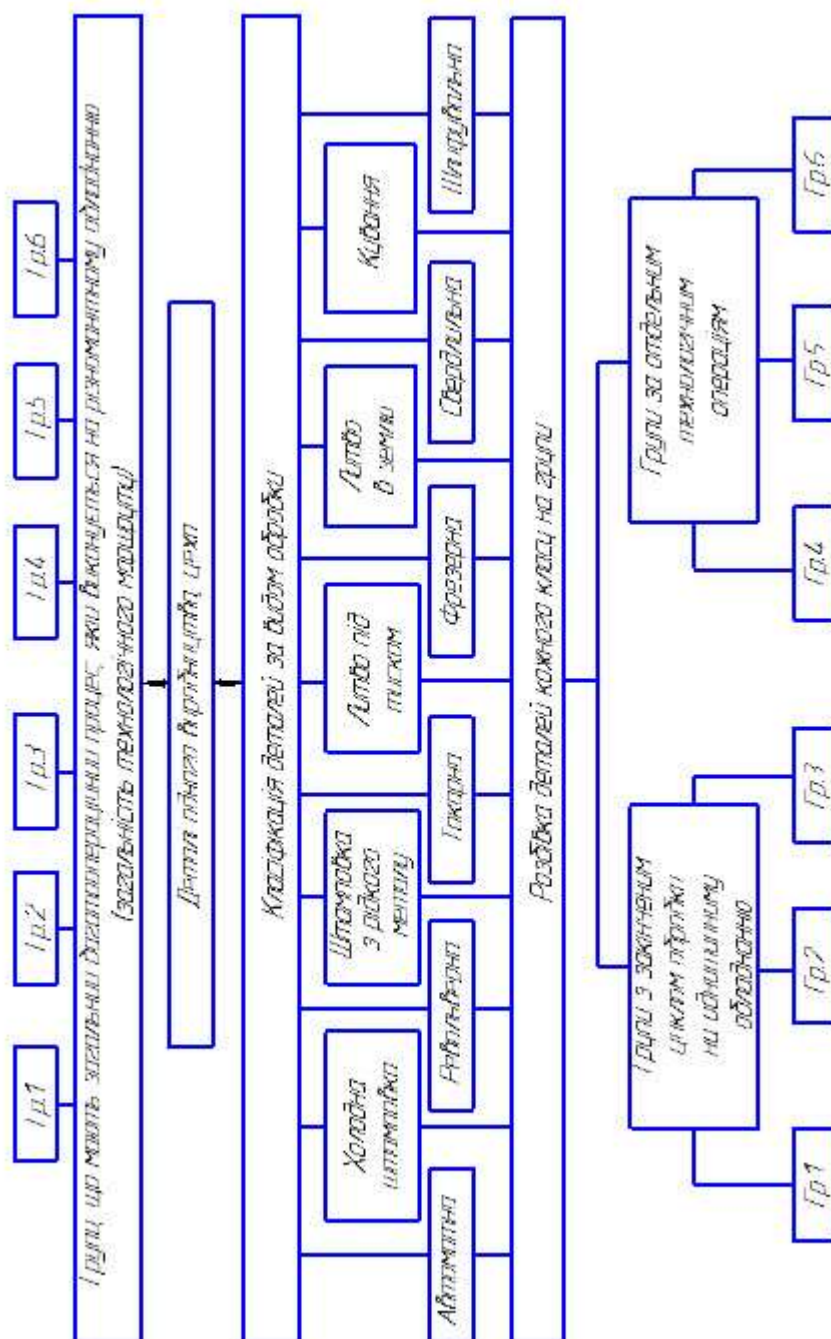


Рисунок 2.3 – Класифікація деталей за видами обробки й загальності технологічного маршруту

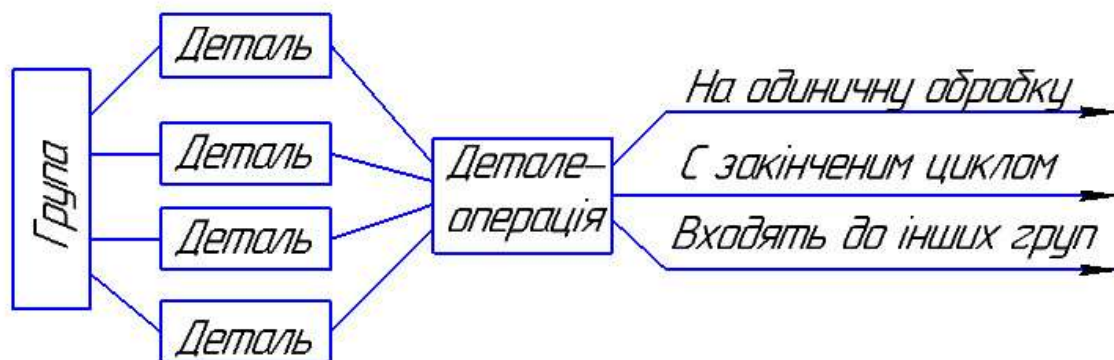


Рисунок 2.4 - Група деталей з циклом обробки на одному типі обладнання.

Для посилення продуктивності робітників використовуються групові процеси для реалізації самостійних операцій. Завчасне обладнання робочого місця потрібною кількістю механізму, інструментальними шафами та т.д., можна створити якщо приєднати до верстата виконавчу групу деталей. Фах працівників піднімається з-за допомогою роботи на револьверних, спеціалізованих та автоматичних верстатах, адже їм потрібно самотужки робити налаштування обладнання, через це велика кількість наладчиків в компанії не потрібна.

Другий випадок. Групи деталей містять груповий процес з багатьма операціями, які створюються на обладнанні різного типу (рис. 2.5). Деталі цієї групи проходять підряд або через деталеоперації групового технологічного процесу (рис. 2.5, а), або через самостійні деталеоперації, які потрібні для їх оброблення (рис. 2.5, б).

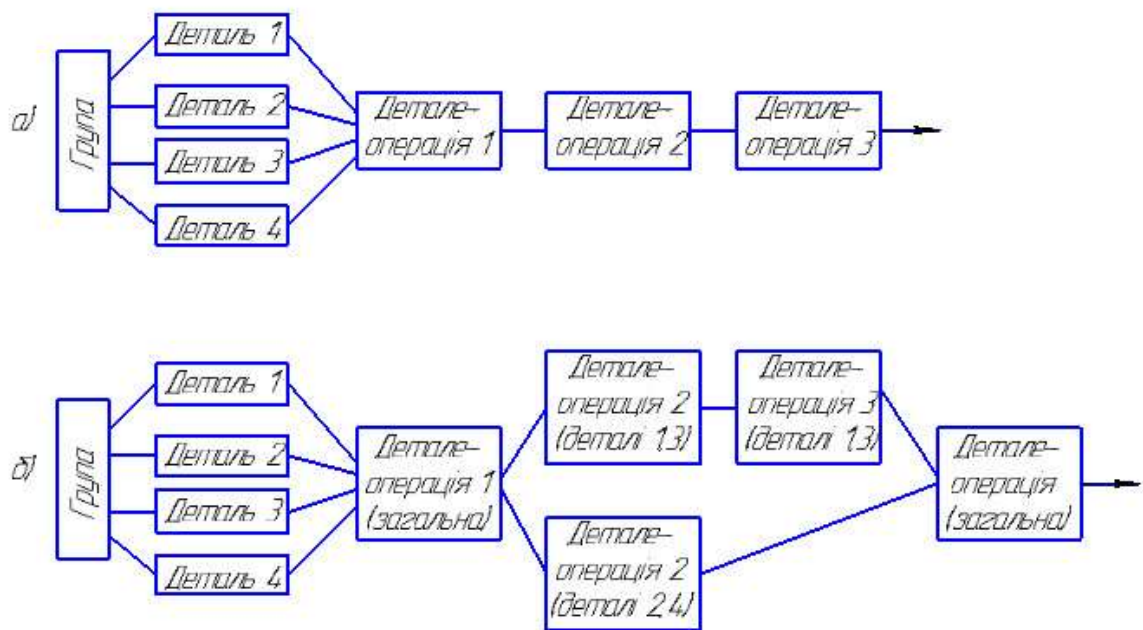


Рисунок 2.5 - Група деталей із загальним багатоопераційним процесом обробки, виконуваної на різному устаткуванні

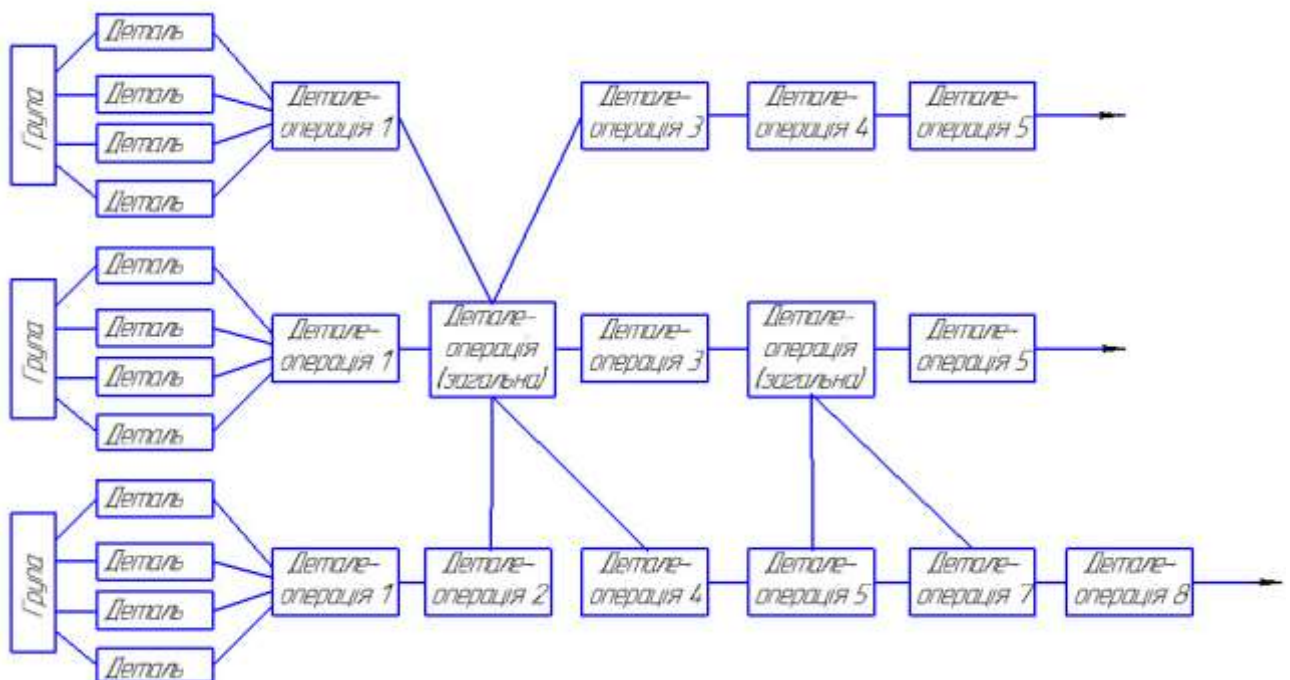


Рисунок 2.6 - Схема об'єднання декількох груп деталей, що мають подібний технологічний маршрут

Третій випадок. Відбувається поєднання деталей певної кількості груп з-за допомогою 1 або 2 кількості операцій, при цьому всі включають в себе весь технологічний маршрут оброблення на обладнанні різного типу (рисунки 2.6).

У другому і третьому випадках оброблення деталей створюється на обладнанні, яке розміщене в певній систематичності дій з використанням на наступній дії групових пристосувань і інструментальних оснасток, а при необхідності і спеціалізоване устаткування. Зручними установками являються два останні випадки, які є підставою для введення групових (багато-предметних) потоків.

Одним з основних напрямків групування є об'єднання деталей за видами обладнання. Створюються групи деталей та проводять обробку на токарних, автоматах та інших верстатах, а також отриманих з-за допомогою лиття, холодного і гарячого штампування, з пластмас, що підлягають різним видам обробки і т. п.

Розподіл деталей за видами обробки є попереднім етапом, що полегшує подальше їх розподіл на групи, і незалежної ролі не несе. Основна ціль наступної класифікації є у встановленні груп деталей, тому що при обробленні потребується не тільки однаковий вид обладнання, а також одне технологічне обладнання та налаштування.

Правила створення груп для багатоопераційного оброблення наділені певними своєрідними атрибутами з фундаментальними особливостями (єдність технологічного обладнання та налаштування верстата) і суцільної схеми технологічного процесу.

						Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Комплексна деталь.

Для створення групових процесів механічної обробки за підставу обирається комплексна деталь (реальна або штучно створена). У своїй структурі вона наділена фундаментальними частинами, що притаманні для деталей цієї групи і являється її конструкторсько-технологічним представником.

Комплексна деталь для тіл обертання має таке наповнення, як: фаски, внутрішні і зовнішні циліндричні поверхні і т. д. Під фундаментальними деталями мають на увазі поверхні, що характеризують форму деталі і її технологічні можливості, які вирішуються в ході їх оброблення. Фундаментальні елементи являються основною властивістю для зарахування деталі до певного класифікаційного підрозділу.

Комплексна деталь являється головною при розробленні групового процесу та обладнання. Під груповим обладнанням мається на увазі сполучення інструментів та апаратів, що наділяє всі деталі цієї групи обробленням з використанням незначних налагодженнями.

Технологічний процес з незначними прикріпленими налаштуваннями обладнання, який був складений на комплексну деталь повинний використовуватися при створенні будь-якої іншої деталі цієї групи.

						Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

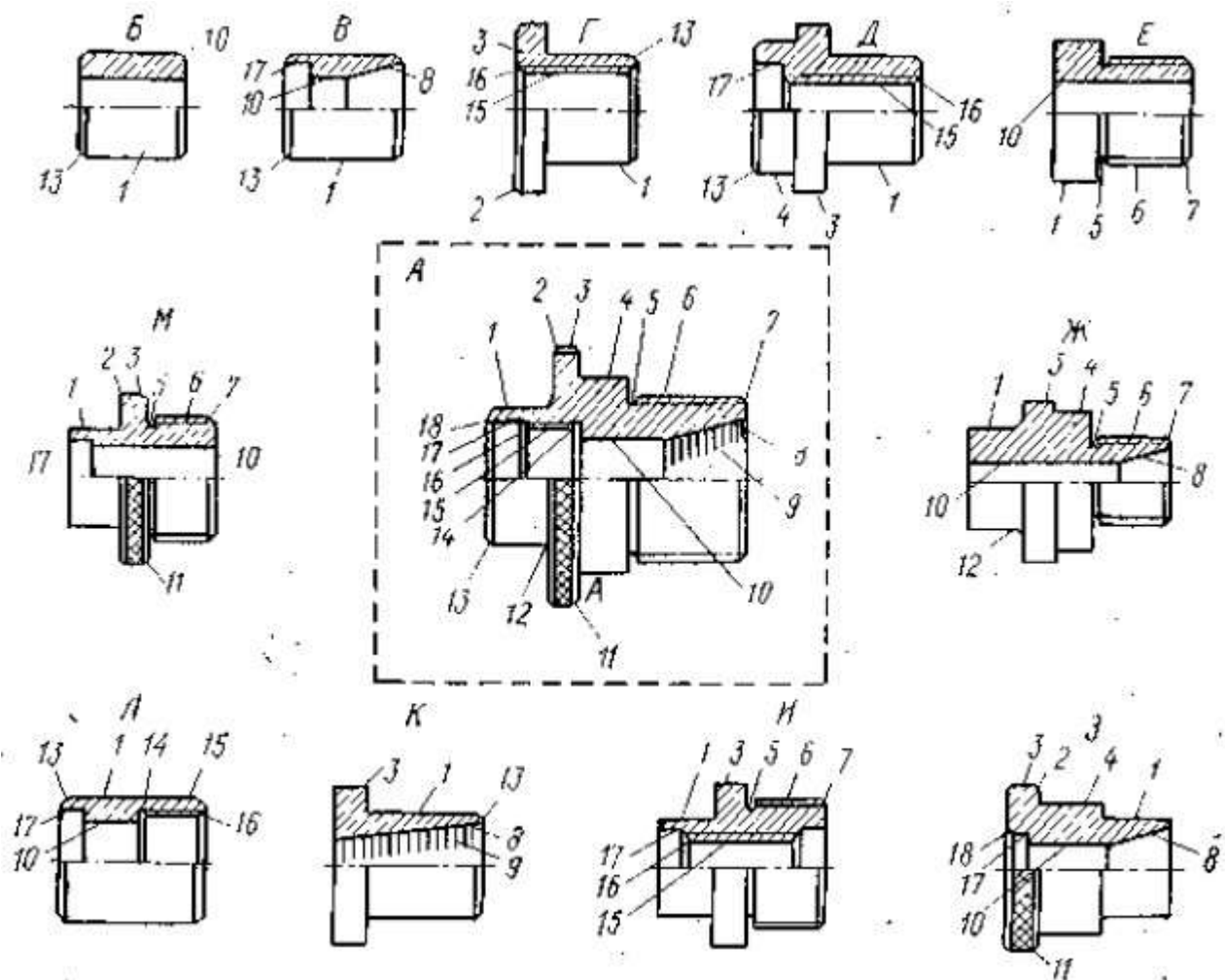


Рисунок 2.7 - Деталі групи і комплексна деталь.

Пояснимо це прикладом. На рис. 2.7 комплексна деталь (створена з поєднання елементарних поверхонь (1-18)) вказується буквою А. Літерами Б, В, Г і т. д. вказано ряд визначених деталей, що створюється з таких же геометричних елементів, але в різноманітній комбінації.

Відповідність постає між деталями групи і елементарними поверхнями, яку можна показати з-за допомогою матриці $L = l(ij)$, побудованої за таким правилом:

$$l_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{коли } i\text{-а деталь групи містить} \\ & j\text{-у елементарну поверхню;} \\ 0, & \text{в протилежному випадке.} \end{cases}$$

Тоді матриця буде мати вигляд, показаний на рис. 2.8.

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	46

Комплексної деталі А ставиться у відповідність рядок матриці, що складається з т елементів, де т - кількість елементарних поверхонь, що визначають розбиття деталей на групи. У нашому випадку рядок а буде наступним: $a=(111111111111111111)$.

Математичну модель групи деталей можна отримати з-за допомогою сполучення одиничних елементів рядка з логічною функцією, її вигідно використовувати при рішенні завдань технології за допомогою ЕОМ. Адресація нової деталі до групи виступає прикладом. Потрібно перевірити, чи в складі комплексної деталі є всі елементарні поверхні. Для цього застосовується вектор-рядок а й вектор-рядок t, що відображають логічну функцію і конкретну деталь:

$$r = (a \oplus t) \wedge t$$

де \oplus - операція порозрядного додавання ($0 \oplus 0 = 0$; $0 \oplus 1 = 1$; $1 \oplus 0 = 1$; $1 \oplus 1 = 0$); \wedge - Операція логічного множення ($0 \wedge 0 = 0$; $0 \wedge 1 = 0$; $1 \wedge 0 = 0$; $1 \wedge 1 = 1$), за значенням якої можна сказати, чи має деталь хоча б одну поверхню, що не включена до комплексну деталь.

якщо

$r = 0$, то такий поверхні нема;

$r \neq 0$, то такі поверхні є.

Наприклад, створимо вектор-рядок для деталі Д, яка входить в дану групу:

$d=(10110000000010111)$, тоді:

$a = 111111111111111111$,

\oplus

$d = \underline{101100000000101110}$

010011111111010001

\wedge

$d = 101100000000101110$

$r = 000000000000000000'$

						Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Номера поверхней																			
Деталі	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Σ_j
Б	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	3
В	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	5
Г	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	6
Д	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	7
Е	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Ж	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	9
З	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	9
И	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	8
К	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5
Л	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	7
М	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	9
Σ_i	11	3	7	3	4	4	4	4	1	7	2	1	6	1	4	4	6	1	

Комплексна деталь

А	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Деталь, адресуєма до групи

Т	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Рисунок 2.8 - Матриця відповідності між деталями групи

Візьмемо нову деталь Т (рис. 2.9), та провіримо її шанс залучити в групу, її радіус поверхні становить 19. Рядок для цієї деталі буде містити $m + 1$ цифр, так як до складу елементарних включена додаткова радіусна поверхня, наявність якої визначено одиницею в останньому розряді

$t = (10000000001001000001).$

Для проведення порозрядних додавань та множень рядок комплексної деталі підвищимо на один нульовий розряд.

Якщо деталь має поверхні, включені до складу комплексної деталі, то функція $г - 0$ і вона адресується до групи. Потім можна перевірити значення інших логічних функцій, пов'язаних з рядком про, уточнюючих групування.

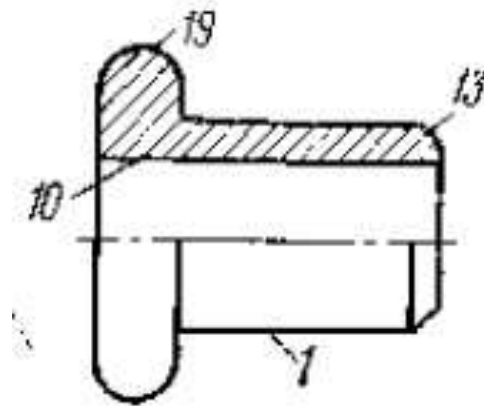


Рисунок 2.9 - Деталь Т, адресується до комплексної деталі А.

Наприклад, з елементами рядка $я$ і матриці L можливо зв'язати функції оцінки часу обробки елементарної поверхні на конкретному обладнанні і проаналізувавши матрицю можна сформулювати ефективність включення елементарних поверхонь в комплексну деталь, або деталі до цієї групи. Перше завдання вирішується на основі показника Σi а друга - з використанням показника Σj (см. Рис- 2. 8). Наприклад, партія деталей виду K , для якої $\Sigma i = 1$ мала, що означає, що під'єднання елементарної поверхні 9 в комплексну деталь і деталі до групи являється недоцільним рішенням,

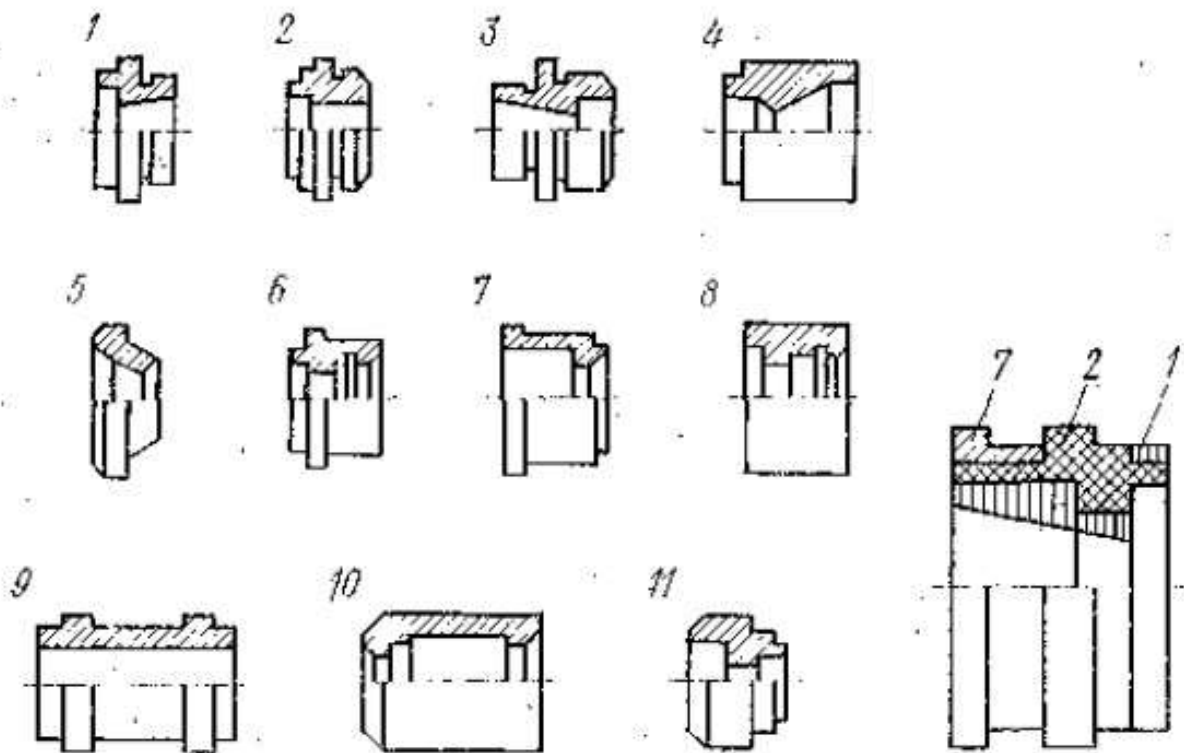


Рисунок 2.10 - Схема побудови комплексної деталі (типу втулок)

так як поверхня зустрічається тільки у цій деталі. Або припустимо, що є чималі тимчасові втрати при виготовленні в групі деталей Б, партія яких велика, а $\Sigma i = 3$ найменша. Власне кажучи немає сенсу додавати її до цієї групи.

Дана методика пристосована для реалізації за допомогою ЕОМ.

Таким чином конструювання умовної комплексної деталі розв'язується методом накладення, який полягає в наступному. Вивчаючи кресленик відповідних деталей групи, інженер-технолог з ряду подібних виробів вибирає одну, найбільш характерну. Потім вивчаються вироби, що відрізняються від неї наявністю інших поверхонь, які оброблюються. Ці нові поверхні позначають на кресленні вихідної деталі. Отже, розробляється умовна комплексна деталь, яка містить всі елементи деталей груп.

На рис. 2.10 представлений ряд деталей - тіл обертання (1-11). В якості вихідної прийнята деталь 7. Деталь 2 має відмінність від деталі 7 наявністю зовнішнього уступу і зовнішньої різьби. Ці елементи накладені на кресленик виробу 7. Наступна деталь 1 має внутрішній конус, зовнішній уступ і різьблення,

які, в свою чергу, накладаються на даний кресленик і т. д. В результаті виходить комплексна умовна деталь, представлена на малюнку.

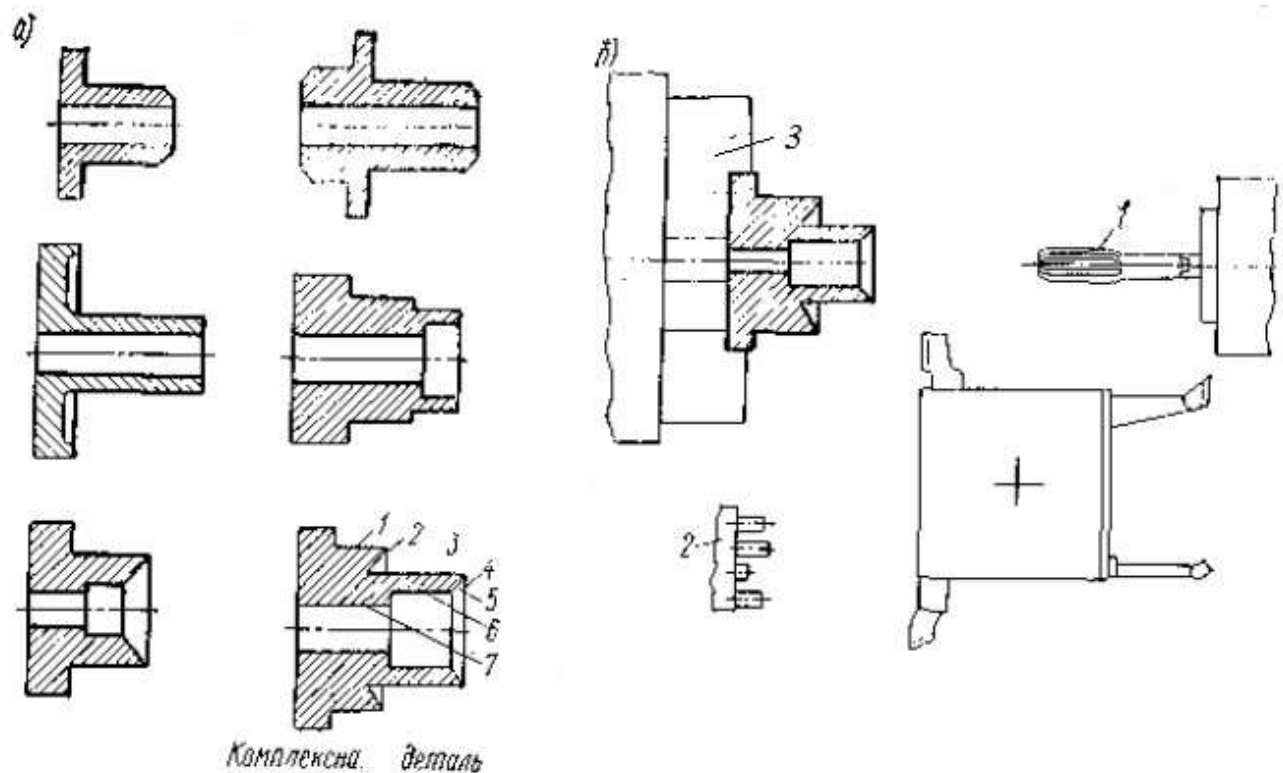


Рисунок 2.11 - Використання комплексної деталі групи, оброблюваної на токарному верстаті.

На рис. 2.11, а наведено приклад використання комплексної деталі групи, оброблюваної на токарному верстаті. Проектування групової технології та верстата на деталей-операцію проводиться по комплексній деталі.

В даному випадку заготовка закріплюється в трьохкулачному патроні 3 (рис. 2.11, б), а ріжучий інструмент - в чотирьохпозиційній різцедержці. В задню бабку верстата встановлена гойдаюча державка з розгорткою 1, обмежувачами для лінійних розмірів служать упори 2,

На рис. 2.12, а показана група деталей, що обробляється на револьверних верстатах з горизонтальною віссю револьверної головки. Оснащення верстата (рис. 2.12, б) проводиться по комплексній деталі.

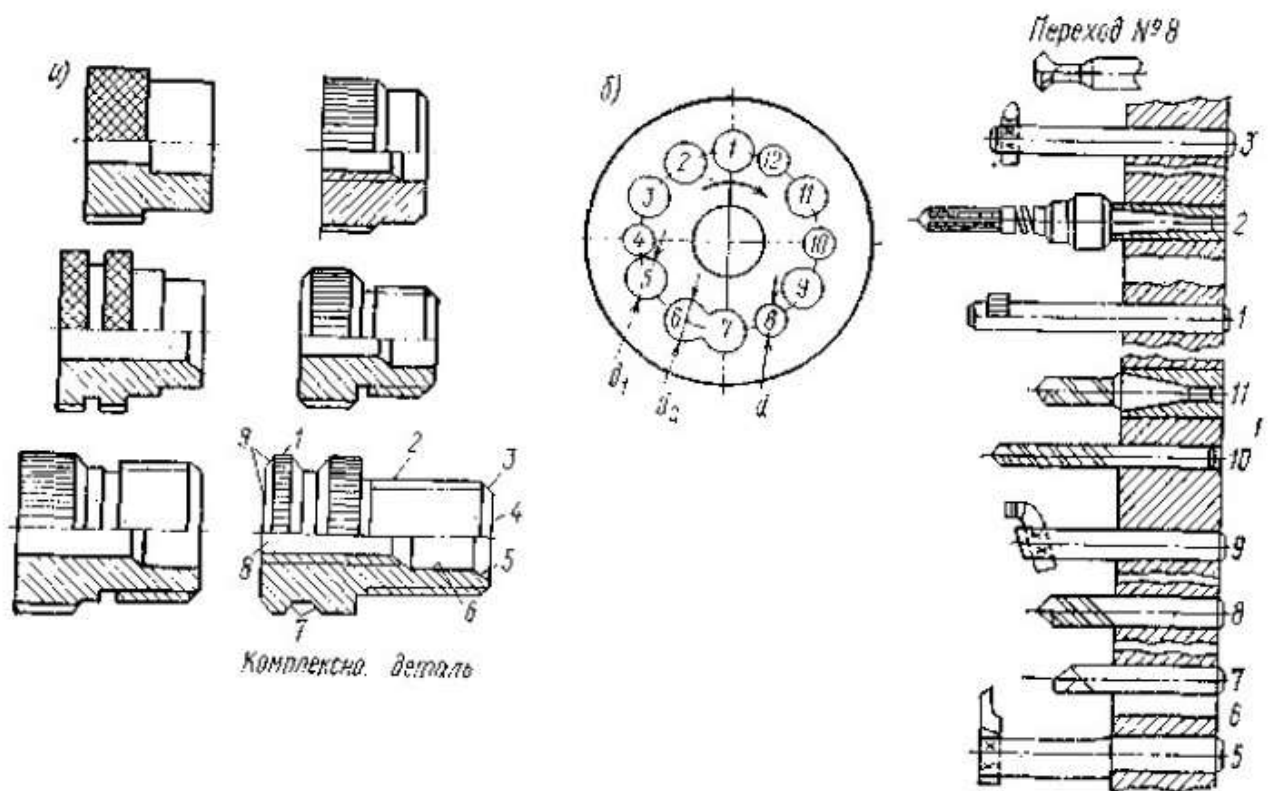


Рисунок 2.12 – Обробка комплексної деталі на revolverних верстатах з горизонтальною віссю revolverної головки

Підналагоджування при переході до обробки нової деталі групи виконується самим робітником.

В даному випадку нами були розглянуті приклади обробки деталей групи по технологічному процесу, складеним для комплексної деталі. Слід зазначити, що це один з методичних прийомів, що дозволяють найбільш просто і ефективно забезпечити обробку різних деталей групи.

Групування деталей на основі комплексу ознак.

У багатьох випадках застосовується і інший методичний прийом, при якому комплексна деталь не створюється, а визначається комплекс основних ознак, що дозволяють об'єднати різні деталі в одну класифікаційну групу. Це відноситься перш за все до деталей складної конфігурації, у яких оброблюються

окремі поверхні. Створення комплексної деталі в цьому випадку викликає технічні труднощі при її зображенні.

Для деталей, що обробляються на металорізальних верстатах, цими ознаками є не тільки розташування і параметри оброблюваних поверхонь, а й схеми базування кожної деталі. Чітке визначення комплексу ознак, що описують поєднання елементів поверхонь, дозволяє скласти груповий технологічний процес, вибрати схему групової оснащення і необхідний різальний інструмент, не вдаючись до комплексної деталі.

Наявність загальних (подібних) схем базування кожної деталі дає можливість вибрати або створити необхідне групове пристосування, що забезпечує установку і закріплення кожної деталі даної групи.

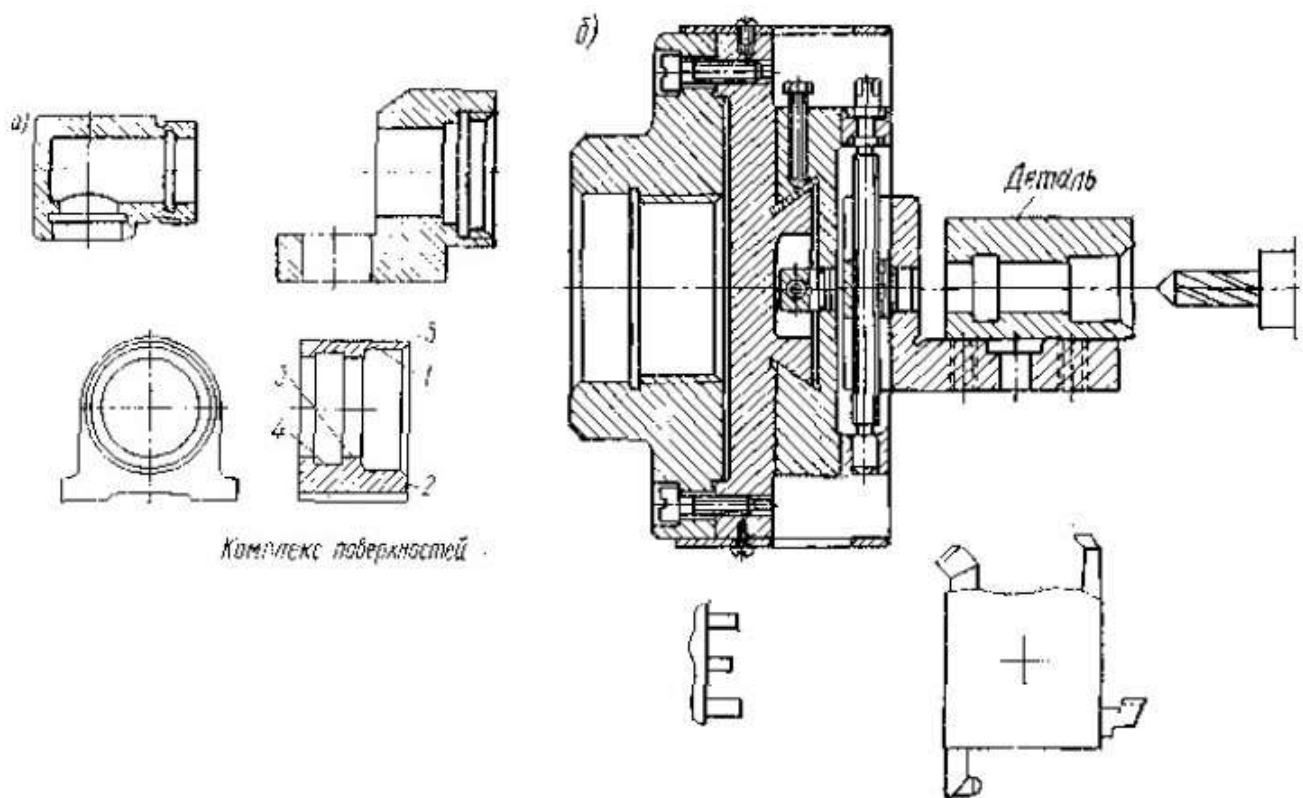


Рисунок 2.13-Група деталей і групова оснащення токарного верстата

На рис. 2.13, а в якості прикладу показана група складних деталей, заготовки яких: отримані методом лиття під тиском. У кожній з показаних деталей обробляється отвір. В даному випадку ми маємо справу не з комплексної деталлю, а з комплексом елементів поверхонь, які можуть побут »оброблені із

застосуванням єдиної групової оснащення верстата. Крім того, всі деталі групи мають ідентичну схему базування і закріплення їх в пристосуванні. На рис. 2.13, б показана схема оснащення верстата інструментом і конструкція групового пристосування, що забезпечує закріплення будь-якої деталі групи.

Група деталей, в яких обробляються отвори на свердлильних верстатах, показана на рис. 2.14, а. В даному випадку закріплення деталі забезпечується в груповому переналагоджуванні кондуктора. Ріжучий інструмент закріплюється в багатопозиційною револьверної голівці (рис. 2.14, б).

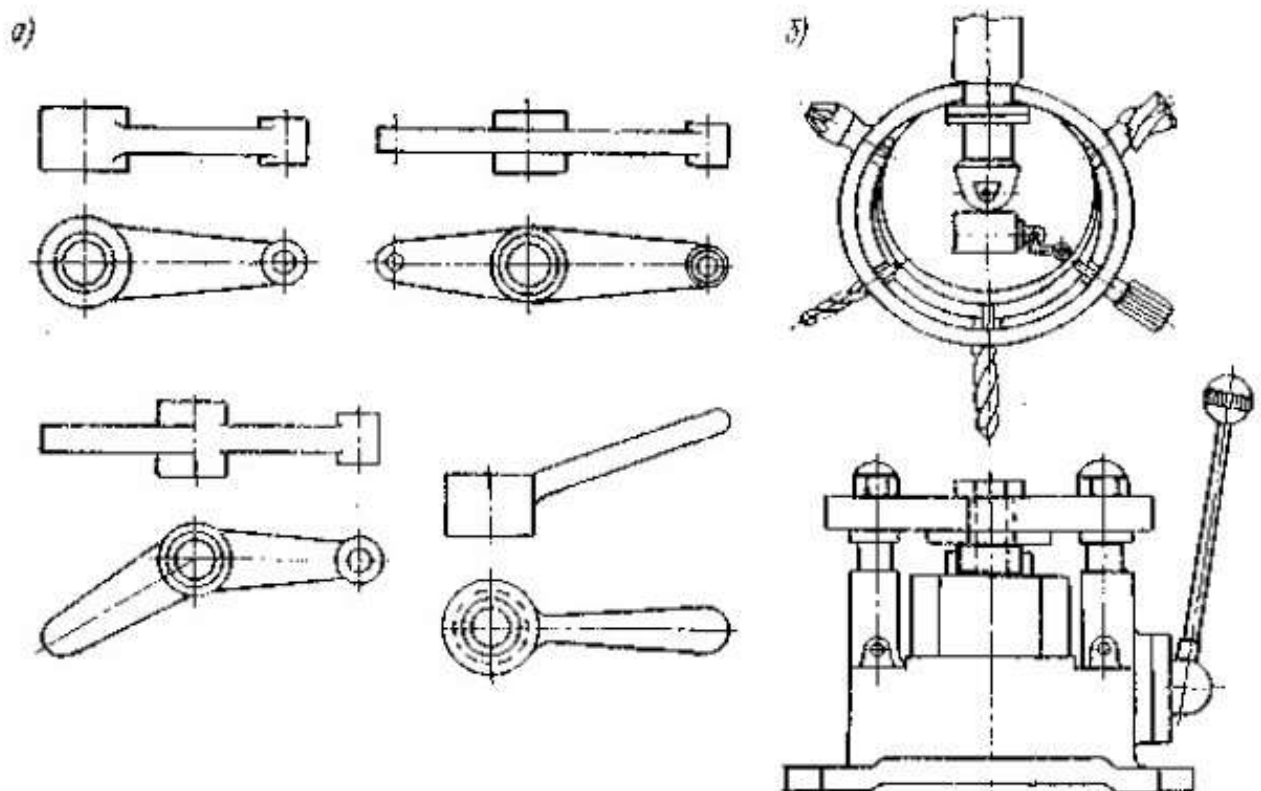


Рисунок 2.14 – Група деталей й групова оснастка свердлильного верстату.

Класифікація деталей, виготовлених холодної та гарячої штампуванням, литтям в піщано-глинисті форми, під тиском та іншими способами, базується на інших принципах, ніж класифікація деталей, одержуваних методом різання. В цьому випадку не створюються комплексні деталі, а крім конструктивних особливостей визначаються найбільш характерні ознаки, властиві даному виду формоутворення. Ця специфіка класифікації деталей пов'язана з особливостями

розробки груповий оснастки штампів, прес-форм і т. п. Наприклад, деталі, одержувані штампуванням з рідкого металу, класифікуються переважно за конструктивними ознаками, розмірами і марками матеріалу, так як вони є основними для визначення потужності обладнання і габаритних розмірів групових блоків і змінних штампів.

Групування деталей, одержуваних литтям під тиском, виробляють виходячи з конструкторських і технологічних особливостей. До них відносяться: вид поверхні роз'єму форми; система виштовхують пристроїв; характер литникової системи і т. п.

Групова технологічна операція.

Результати класифікації є базою для створення групового операційного технологічного процесу. Груповий технологічною операцією називається така операція, яка є спільною для групи різних деталей з певної групової оснащенням на даному обладнанні [3].

Детале-операцією називається план переходів при обробці конкретної деталі з номенклатури деталей групи, для яких розроблена групова операція. Таким чином, групова операція охоплює стільки детале-операцій, скільки деталей різного найменування скомплектовано в групу [3].

Груповий технологічний маршрут. Розглянемо різновид класифікації виробів, що містять загальний технологічний маршрут виготовлення на різнотипному устаткуванні. В даному випадку базою розбивки на групи також слугують конструкторсько-технологічні ознаки. В результаті класифікації вирішуються групи різних деталей, наприклад групи корпусних виробів, деталей типу валів, кронштейнів, важелів, втулок, дисків, плоских деталей і т. п.

Порівняно з іншими виробами, найбільш легко класифікуються стандартні деталі – гайки, гвинти, арматура і т. п. Для виготовлення подібних груп деталей використовується загальне технологічно однотипне устаткування та переналагоджувані групові оснастки.

						Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Груповим технологічним процесом називається сукупність групових технологічних операцій, що забезпечують обробку різних деталей групи (або декількох груп) за загальним технологічним маршрутом [3].

Не виключено проходження деяких виробів або груп з пропуском окремих операцій, при груповому технологічному маршруті.

Групові технологічні процеси є базою для створення подетально-групових секторів, ділянок із круговим циклом виробництва, спеціалізованих ділянок і групових (багатопредметних) поточних ліній.

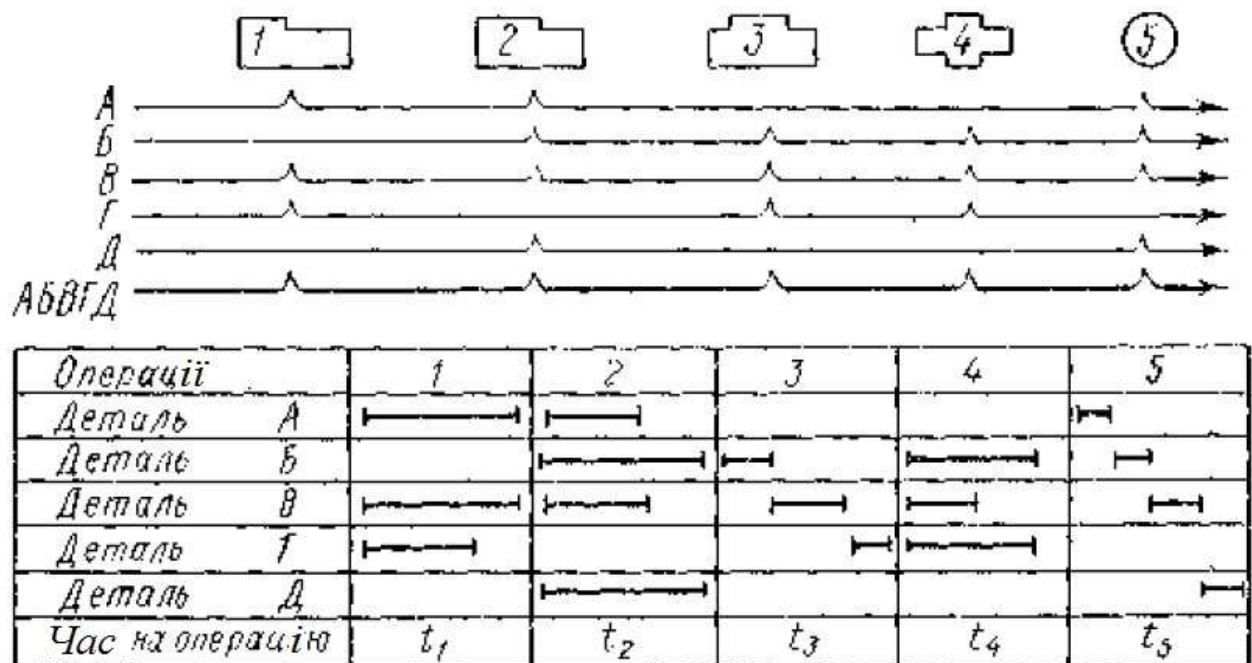


Рисунок 2.15 - Схема групової поточної лінії.

На рис. 2.15 показана схема побудови групової потокової лінії обробки деталей. У показаній схемі деталі групи (або груп) проходять ряд операцій, рухаючись у напрямку стрілок. При цьому опрацювання виробу може починатися як з першого станка, так і з абиякого в залежності від її конструкторсько-технологічних особливостей. Тут має місце груповий (багато-предметний) потік, що складається з деталеоперацій. Слід враховувати обсяг випуску окремих виробів при створенні цих груп із загальним технологічним процесом. У тих

випадках, коли випуск незначний, доцільно вести класифікацію за детале-операцією.

Досвід, накопичений виробництвами, по впровадженню групової обробки і присутністю чималої к-сті вже створених класифікаційних груп дають можливість скласти класифікатори комплексних виробів, групових маршрутних технологічних процесів і деталеоперацій. На цій базі за допомогою ЕОМ здійснювати класифікацію виробів даного підприємства, а також виконувати адресування деталей до того технологічного процесу, що потрібно. Це значно зменшує витрати часу на проведення робіт за класифікацією і переходу до подальшого оформлення групових процесів.

Розробка групового технологічного процесу.

Провівши класифікацію виробу і утворені групи, наступним кроком є розробка групового технологічного прогресу. На цьому етапі розробляємо такий процес, який дозволив би опрацювати абияку деталь групи без великих відхилень від загальної технологічної схеми. Вирішення цієї задачі полегшується тим, що вже при класифікації виробів приймаються можливі методи обробки кожної з них (визначається устаткування, а в ряді випадків і послідовність обробки), щоб забезпечити отримання готового виробу, або окремих її поверхонь.

Стандарт ЕСТПП 14.316-75 визначає правила розробки групових технологічних процесів, призначених для спільного виготовлення або ремонту груп виробів різної конфігурації, в конкретних умовах виробництва на спеціалізованих робочих місцях [3].

При створенні групових процесів потрібно виходити з основних положень, які перелічені нижче.

1. Прийнятий порядок технологічних операцій при груповому маршруті, або переході при груповому процесі має забезпечувати виготовлення абиякої деталі групи відповідно до кресленника і технічних вимог.

2. Технологічна оснастка має бути груповою або універсально-переналагоджуваною і придатною для оброблення будь-якої деталі групи.

						Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

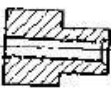
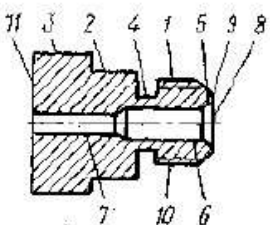
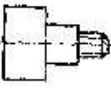
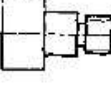
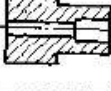
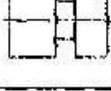

3. Устаткування, що застосовується повинно задовольняти високопродуктивну обробку при мінімальних затратах на його переналагодження.

4. Документація має бути простою за формою, короткою та зрозумілою за змістом і зручною для користування на робочих місцях.

Поруч із створенням найбільш раціонального процесу слід рішати чимало питань організаційного та технічного характеру, таких як уніфікація виду заготованок, знайдення міжцехових виробничих зв'язків (маршрутів руху виробів по цехах), рішення обсягу технологічно однорідних робіт в різних підрозділах підприємства, виявлення можливостей спеціалізації цехів або окремих ділянок, встановлення способів модернізації обладнання з урахуванням створення в ряді випадків спеціалізованих, спеціальних і агрегатних верстатів, раціональна організація робочих місць і підвищення культури виробництва [3].

Таблиця 2.3 - Група деталей і схема побудови групової операції

						Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обозначение детали	Эскиз детали	Переход											Комплексная деталь
		Обточить поверхность 1	Обточить поверхность 2	Обточить поверхность 3	Обточить канавку 4	Центровать отверстие 5	Сверлить отверстие 6	Сверлить отверстие 7	Подрезать торец 8	Обточить фаску 9	Нарезать резьбу 10	Отрезать деталь 11	
Б		×		×		×		×	×			×	
В		×	×	×					×	×	×	×	
Г		×	×	×	×				×	×	×	×	
Д		×	×				×	×	×			×	
Е		×			×				×			×	
Ж		×				×	×	×	×			×	

У табл. 2.2 показана група деталей і схема побудови групової операції.

Таблица 2.4 – Матрица Р переходів деталей групи

Обозначение детали	Переход											M
	Обточить по-верхность 1	Обточить по-верхность 2	Обточить по-верхность 3	Обточить канавку 4	Центровать отверстие 5	Сверлить отверстие 6	Сверлить отверстие 7	Поддрезать торец 8	Обточить фаску 9	Нарезать резьбу 10	Отрезать деталь 11	
Б	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	6
В	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	7
Г	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	8
Д	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	6
Е	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	4
Ж	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	6
Σ_i	6	3	3	2	2	2	3	6	2	2	6	

Ця групова операція, представлена у вигляді матриці Р у приведена в табл. 2.3. В табл. 2.4 подано розроблення групового процесу на основі комплексного маршруту, а матриця Т цього процесу висвітлена в табл. 2.5. Подача групової операції та групового процесу у вигляді матриць відповідно $P = (t_{ij})$ і $T = (t_{ij})$ вказує на зручність обробки їх на ЕОМ. Матриці будуються за правилом:

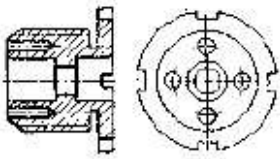
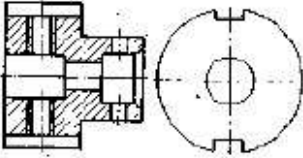
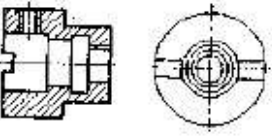
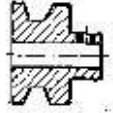
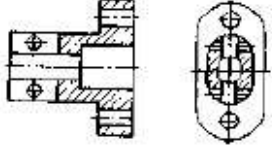
$$t_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{коли } i\text{-й перехід (операція) виконується} \\ & \text{при обробці } i\text{-й деталі;} \\ 0, & \text{в протилежному випадку} \end{cases}$$

З компонентами матриці Р можна поєднати функції, що описують час виконання переходу та час втрат, якщо перехід групової операції для заданої деталі не виконується. Неважко помітити, що перша функція пов'язана з одиничними елементами матриці, а друга - з нульовими, тоді за параметрами Σ_i , Σ_j представляє суми елементів матриці по стовпцях і рядках, а також за обсягом

партії деталей можна зробити висновок про доцільність включення в групову операцію j -го переходу або економічності обробки i -й деталі з даного групового процесу [3].

Матрицю можна застосовувати при розробленні групових ділянок і ліній. Параметр Σi і оцінки часу виконання операції необхідні для визначення необхідної кількості обладнання на ділянці або лінії, а також завантаження кожного робочого місця. Параметр Σj і оцінна функція застосовуються для визначення часу завантаження всієї ділянки або лінії [3].

Таблиця 2.5 – Співпадіння обробки деталей групи з комплексним маршрутом.

	Ескиз детали	Операция							
		Револь-верная	Токар-ная	Фрезер-ная	Фрезер-ная	Свер-лильная	Свер-лильная	Резьбо-нарезная	На склад
А		×	×	×	×	×		×	×
Б		×	×	×			×	×	×
В		×	×	×			×	×	×
Г		×	×				×	×	×
Д		×	×	×	×	×	×		×

При груповій і типовій технології є можливість розроблення слепишей для робочих, що складається інженером-технологом, на конкретний виріб групи.

Основні кроки створення групових технологічних процесів, задач, що розв'язуються на кожній стадії, та потрібні документи, щоб забезпечити вирішення матриць, відповідності операцій виробів групи цих завдань наведені в ГОСТ 14.319-77.

Досвід, накопичений виробництвами, по впровадженню групової обробки і присутністю чималої к-сті вже створених класифікаційних груп дають можливість скласти класифікатори комплексних виробів, групових маршрутних технологічних процесів і деталеопераций. На цій базі за допомогою ЕОМ здійснювати класифікацію виробів даного підприємства, а також виконувати адресування деталей до того технологічного процесу, що потрібно. Це значно зменшує витрати часу на проведення робіт за класифікацією і переходу до подальшого оформлення групових процесів.

2.5 Автоматизовані системи групування технологічних об'єктів

Важливий етап технологічної підготовки гнучкого виробництва - групування даних: складання груп деталей і деталеопераций, побудова групових технологічних маршрутів, операційних типових технологічних процесів. При групуванні деталей необхідно перш за все визначити набір ознак групування у вигляді класифікаційного ряду, в якому ознаки розташовані за рівнем значущості. Серед запропонованих ознак ієрархію можна встановити лише для невеликої їх кількості, таких як матеріал, мана, геометрична форма, габаритні розміри, точність, якість обробки поверхні, серійність.

Найбільш поширені три методики групування деталей:

- з побудовою класифікаційних рядів або перетворенням n -мірного простору на одновимірний;
- без виявлення підмножин з найвищою щільністю розташування деталей у n -мірному просторі;

						Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- з встановленням підмножин з найвищою щільністю.

За **першою методикою** деталі групують переважно вручну. Допускається використовувати ГПСТЗ. Для групування необхідно побудувати класифікаційні ряди, що мають такі властивості:

- 1- дві деталі з однаковим кодом k однакові або мають високу подібність;
- 2- три деталі, в яких коди дорівнюють відповідно k_1, k_2, k_3 ; якщо $k_1 > k_2, k_2 > k_3$ то перша деталь більш подібна до другої, ніж до третьої;
- 3 - деталі мають коди, що відрізняються значенням молодшої ознаки; в ряду вони стоять недалеко одна від однієї.

Складність розподілу деталей на групи полягає в тому, що важко побудувати класифікаційні ряди ознак за суворою ієрархією, тому таку методику важко реалізувати в автоматичному режимі. Для автоматичного режиму за такою методикою треба переглядати майже всі деталі ряду і перевіряти на можливість включення до групи наступних деталей, навіть якщо потрапила деталь, яка до цієї групи не належить.

Друга методика групування ефективно реалізується лише за допомогою ЕОМ. Деталі розглядаються в n -мірному просторі і близькі деталі компонуються звичайно в групу швидше, ніж деталі, які знаходяться в цьому ознаковому просторі на більшій відстані. Ознаки групування і зберігаються в базі даних, а запит на групування формується ІПС. Методику реалізовано за системою "Группроект", структурну схему якої зображено на рис. 2.4.

У системі виділено чотири взаємопов'язаних блоки:

- ІГІС і база даних конструкторсько-технологічних відомостей про деталі;
- підсистема АСУР "Склад виробу", яка формує дані про деталі, що належать до програми випуску виробів;
- база даних "Поопераційні трудові нормативи", що зберігає інформацію про технологічні операції, на яких обробляються деталі;

						Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- комплекс програм формування й обробки масиву інформації ; про деталі, що підлягають групуванню (масив створюється щоразу, коли змінюється програма).

Деталі групуються за запитом технолога. При цьому визначається сумарна трудомісткість виготовлення деталей. Основний недолік методики - ступінь подібності деталей, що відбираються у групу, - визначається суб'єктивно, тобто залежить від кваліфікації технолога.

Згідні з третьою методикою в *n* -мірному просторі попередньо виділяються підмножини деталей з високою щільністю. Залежно від їх складу автоматично чи в режимі діалогу остаточно формується групи деталей за заданими критеріями: мінімізація загального часу обробки всіх деталей, сумарного простоювання обладнання в заданий період часу, а і також часу обробки деталей на обладнанні; максимізація продуктивності обладнання, його завантаження тощо. Залежно в ід конкретної виробничої ситуації формується конкретна ієрархія критеріїв, що підвищує гнучкість системи групування. При групуванні деталей крім безпосередньої групування виникають додаткові задачі: визначення складу ознак, у просторі яких виконується групування; формування критеріїв і побудова дерева цілей, підвищення адаптивних властивостей системи групування [4].

Третя методика частково реалізується в системі "Група" , схему якої показано на рис. 2.5. Система має два рівні: перший /ПО/ складається з підсистем групування; другий /ПН/ - із підсистем визначення ознакового простору і формування критеріїв і дерева цілей. Підсистема формування описів групи належить до системи автоматизованого проектування програмних систем /САПР ПС/. Перед початком роботи системи "Група" технолог заводить до бази даних кілька груп, які він сформував вручну. Визначення оптимального ознакового простору зводиться до відшукування такої системи ознак, в якій відстані між заданими групами деталей були б максимальними. Для цього використовуються методи теорії розпізнавання образів і метод групового обліку аргументів. Деталі можна поділити на групи за інформацією про технологічні процеси.

						Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Операційне групування виконується для заготівельних, транспортних, завантажувальних і механообробних операцій. При цьому формується інформаційна модель, яка містить оброблювані поверхні виробу, що здійснюють від однієї технологічної бази при одному русі деталі та знаходяться з одного боку виробу. Ці поверхні утворюють комплекс, упорядкований так, що поверхня, яка використовується як технологічна база, стоїть завжди раніше поверхні, для якої вона є базою. Так, при створенні інформаційної моделі ставиться за мету /не прямо/ технологія обробки деталі.

При маршрутному групуванні автоматично формується інформаційна модель з номерів операційних груп для кожної з деталей, що належать до одних і тих самих операційних груп.

При групуванні деталей у традиційних виробництвах організаційні фактори враховуються лише в процесі створення ділянок групової обробки. Це пов'язане з тим, що в багатомноменклатурних дрібносерійних виробництвах технологічні умови не завжди дають можливість забезпечити одночасний старт різних виробів однієї групи. У гнучкому виробництві організаційно-технологічне групування забезпечується застосуванням верстатів із ЧПК, які не потребують спеціально проєктованого технологічного оснащення. Крім того, система управління ГВС дає можливість робити групування оперативно з урахуванням поточного стану і забезпеченості портфеля заказів, а також потреб і обмежень виробничого характеру, що виникають. При такому підході організаційно-технологічне групування дає можливість виконувати оперативно-виробниче планування роботи ГВС як довготерміново /протягом місяця чи кварталу/, так і короткотерміново /протягом однієї зміни/.

						Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

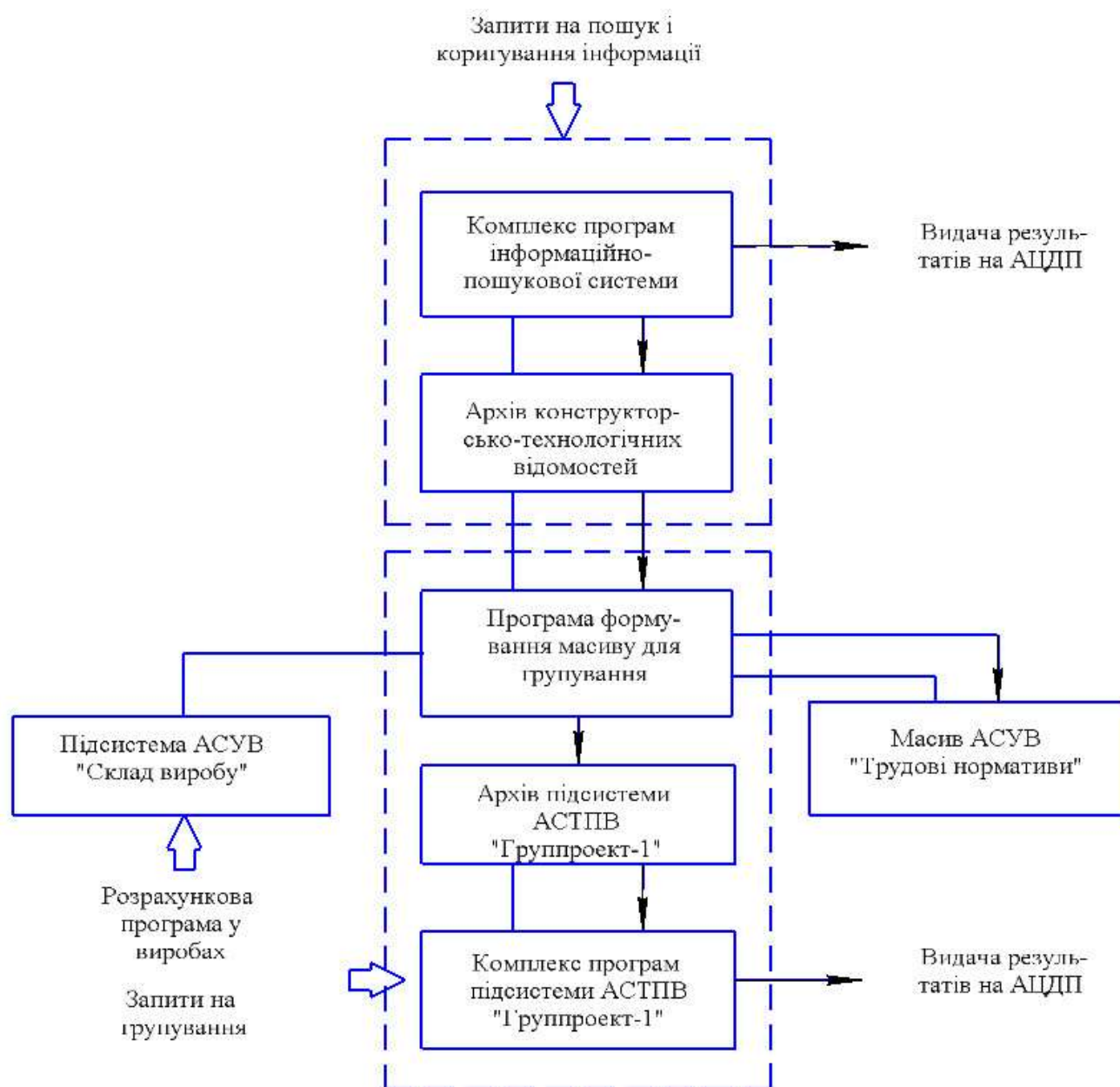


Рисунок 2.4 - Структурна схема системи групування деталей "Группроєкт"

У виробничих умовах особливо важливе короткотермінове групування деталей, мета якого - облік конкретних виробничих умов, що склалися в ГВС на початку зміни. Умови роботи в ПЗС можуть змінюватись при підключенні чи додаванні деяких замовлень, необхідності виправляти брак, змінювати порядок подачі комплектів деталей і вузлів на складання, зміні стану і завантаженості обладнання, забезпеченості заготовками, і технологічним оснащенням і ріжучим інструментом.

При формуванні груп доцільно не змінювати базуюче оснащення і 1 ріжучий інструмент. Проте ця вимога справедлива лише на попередніх стадіях групування /на етапі технологічної підготовки виробництва/. 1 Наприклад, для токарних верстатів після розділення масиву деталей за методом кріплення /в патроні в центрах/ і групами змішуваності стружки, групувати деталі необхідно в першу чергу за інструментом, то використовується. При збіганні видів інструмента скорочується час на 1 пробну обробку першої деталі, який складає більшу частину підготовчо - заключного часу.

Задача групування деталей за інструментом, що використовується, розбиття заданої множини однорідних операцій на мінімальне число груп так, щоб усі операції однієї групи виконувалися в рамках одного інструментального налагоджування. Перед групуванням послідовні однорідні операції за однією деталлю об'єднуються в одну операцію, що використовує сукупний комплект інструмента. При короткотерміновому плануванні роботи ГВС послідовні операції для однієї деталі знову розглядаються окремо. Це забезпечує їх виконання на одному верстаті в рамках однієї групи, але не обов'язково підряд. Для деяких деталей об'єднувати операції неможливо через нестачу позицій в інструментальному магазині верстата або через розміщення в одній позиції різного інструмента. В таких випадках для них залишають одну чи кілька перших сумісних операцій, а при складанні розкладу ці деталі приєднують до кінця групи. Використання алгоритмів групування деталей за інструментом, що використовується, спрощується внаслідок технологічної специфіки операцій, оскільки деякі види інструмента, наприклад різці, використовуються значно частіше при обробці різних деталей, ніж інші, наприклад розвертай, мітчики тощо. Так, на ділянці АСВ-2І виробництва Сасівського верстатобудівного об'єднання загальна номенклатура інструмента для токарних верстатів складає 53 найменування, але лише ІЗ з них використовуються частіше ніж для 4% і сім - частіше ніж для 10% КП.

						Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

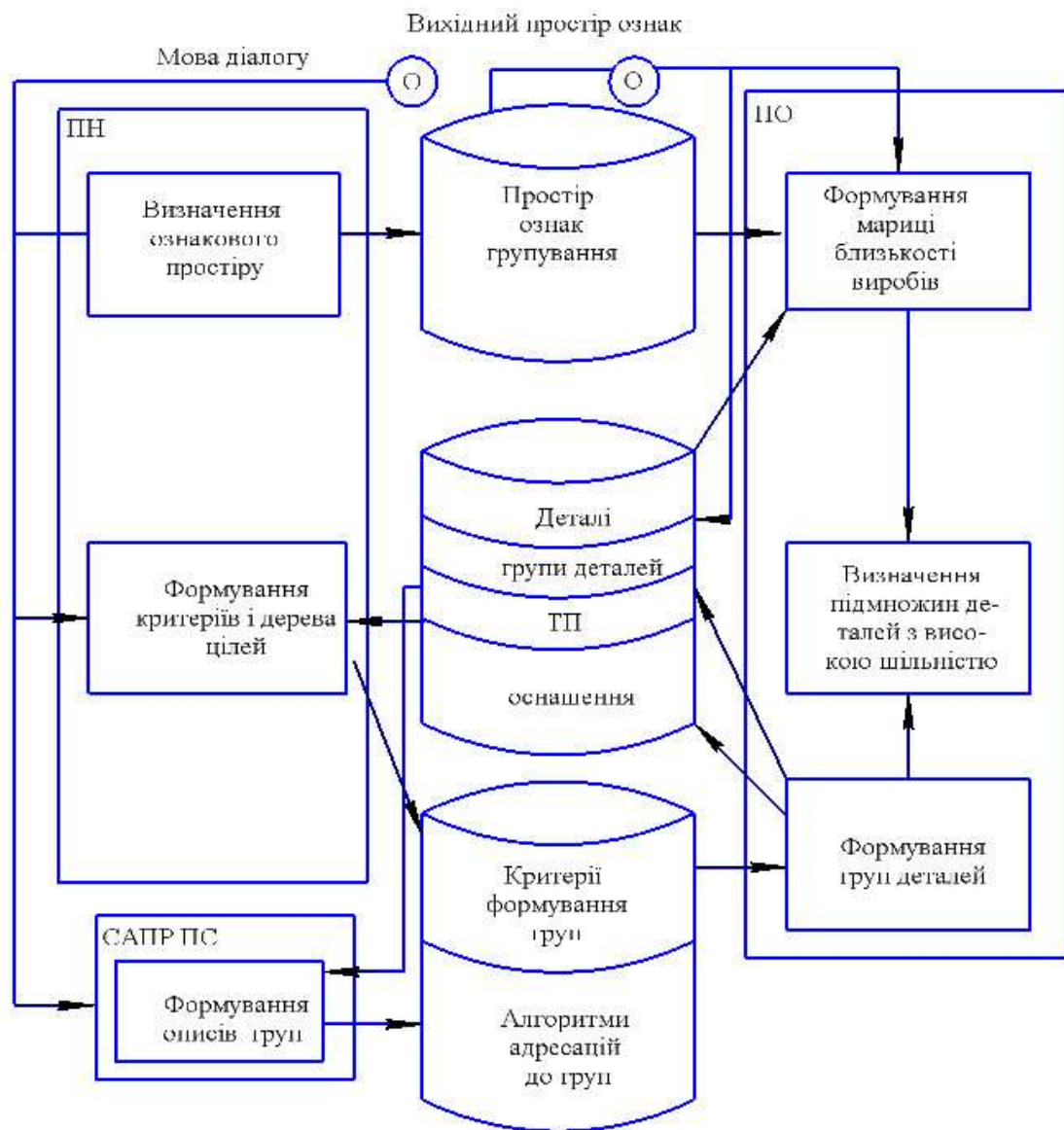


Рисунок 2.5 – Структурна схема системи «Група».

Розділ 3. Системи уніфікації і групування технологічних об'єктів.

3.1 Автоматизація процесу уніфікації та групування.

Ефективність робіт з уніфікації та групування технологічних об'єктів і рішень значно підвищується, якщо використовувати обчислювальну техніку і створювати банки даних технологічного призначення, що входять до АСТПВ.

При групуванні деталей пошук інформації про деталі і технологічних процесах їх обробки автоматизується на основі створення інформаційно-пошукової системи (ІПС). Однак однією ІПС недостатньо для автоматизації робіт з організації групового виробництва, так як необхідно провести розрахунки, пов'язані з подетально-груповий спеціалізацією виробництва. На додаток до розглянутих раніше способів використання ГПС для вирішення технологічних задач розглянемо спеціалізований комплекс підсистем АСТПП, що складається з підсистем «Техархів» і «Группроект-1» і орієнтований на аналіз виробництва.

Підсистема «Техархів» є ІПС технологічного призначення і призначена для запозичення і уніфікації деталей в цілому і окремих їх елементів на основі аналізу раніше випущених креслень.

Для цього підсистема містить комплекс програм, що дозволяє здійснювати швидкий пошук інформації в базі даних, що містить десятки тисяч пошукових образів, і дає користувачеві можливість використовувати зручні мовні засоби для кодування деталей, коригування кодів до запису пошукового розпорядження.

Інформація про деталі кодується; при цьому опис деталі може бути виражено на двох рівнях. Перший рівень - це опис загальних відомостей про деталі (ОСД), другий - опис конструктивних елементів деталі (КЕ).

На першому рівні опису деталей розглядається як цілісний об'єкт, що володіє певними властивостями. ОСД містить наступні ознаки: позначення креслення деталі; найменування деталі; характеристика геометричної форми;

						Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

марка матеріалу; габаритні розміри, маса деталі; вид заготовки; габаритні розміри заготовки; маса заготовки; допустимі кресленням марки замінників матеріалу; вид термообробки і регламентована твердість поверхонь; характеристики покриттів; найвищі класи точності зовнішніх і внутрішніх поверхонь; параметри мінімальної шорсткості зовнішніх і внутрішніх поверхонь; характеристики зубчастих зачеплень; характеристики шліцьових зачеплень; характеристики різьб.

Геометрична форма деталі визначається за класифікатором ЕСКД.

На другому рівні опису деталь розглядається як структурний об'єкт, що складається з пов'язаних між собою конструктивних елементів.

Елементами є поверхні деталей і стандартизовані або типові сукупності поверхні (центрові отвори, шпонкові пази, канавки і т. п.).

Кожен рівень опису є самостійним інформаційним об'єктом, завдяки чому можлива робота як з двома взаємопов'язаними рівнями опису спільно, так і з кожним з них незалежно.

Приклад кодування деталі, зображеної на рис. 3.1, наведено в табл. 3.1.

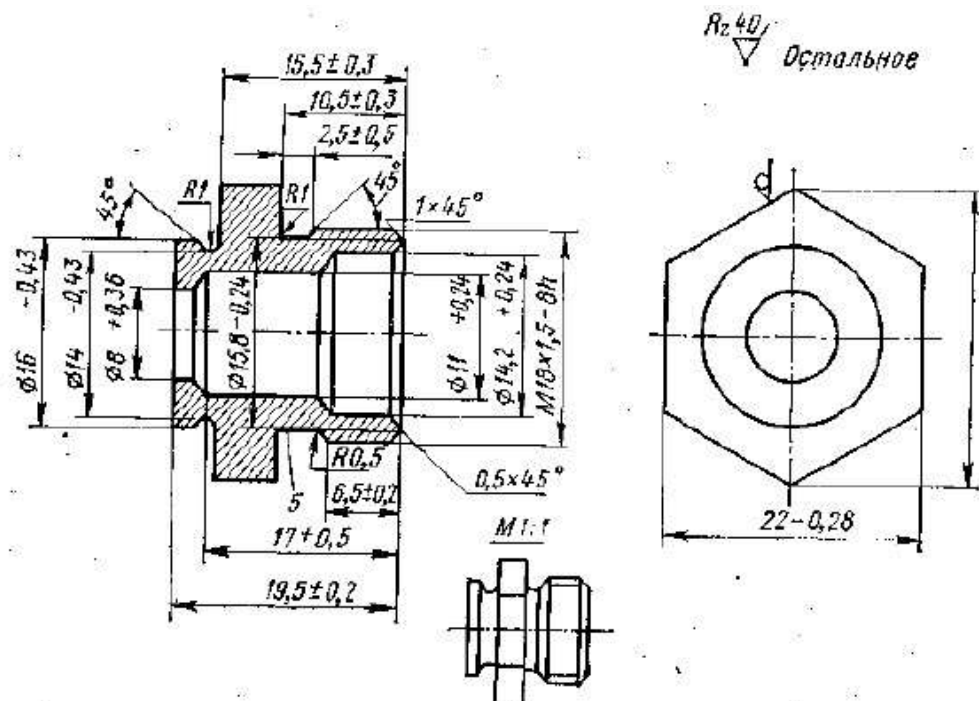


Рисунок 3.1 – Креслення кодованої деталі

Після кодування та занесення всієї наміченої до введення в ЕОМ

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	70

інформації про номенклатуру деталей створюється архів на зовнішніх носіях.

Споживачі інформації (КБ, ВГТ, конструкторсько-технологичний відділ стандартизації КТОС та інші служби підприємства, направляють в підсистему «Техархів» заявки на пошук інформації, необхідної для вирішення завдань, і отримують відповіді у вигляді табуляграм.

Форми табуляграм відрізняються між собою для різних завдань. Так, наприклад, при вирішенні завдання запозичення деталей інформація подається у вигляді таблиці, де зібрані всі дані про деталі-аналогу (табл.3.1).

При вирішенні завдання уніфікації заготовок необхідні дані про розмірах і масі заготовок і марці матеріалу по всіх деталях даного виду заготовки. Приклад такої табуляграми наведено в табл.3.1.

Таблиця 3.1 Табуляграма для деталі наведеної на рис. 3.1 на мові «КОД-78»

Общие сведения о детали											
Номер листа	Номер страницы	Оператор	Шифр детали	Наименование	Код ОКП	Материал детали		Габаритные размеры			Масса детали
						Марка	Стандарт нату	Диаметр	Длина	д. отв. (высота)	
1-1 * ВД-0С(43274471, втулка, 44271, 40, 1051: 59, 25, 19.5, 8, 0.015), загот(33), ЛИТ(Б)ЗАМ(35,45) ПОКРМ(ЭЛ), СОР(шестигр, 8560-67), А(22), КТН(5), КТВ(5), КТП(7), КЧН(4), КЧВ(4), КЧП(50), РН(М), ДРН(18,18), ОР(10), НЧ(432,74,471) КД											
Элементы											
Номер листа	Номер записи	Оператор	Шифр детали	Номер элемента	Код элемента	Знак	Кол-во элементов				
1, 1 * ЗАН-З-ЗЛ (43274471, 1, ПВ, П, 1), Ф05(Д.У., 3, 4), Д0(25), Л0(19.5), КТЛ(7), КТД(7) КД											
1, 2 * ЗАН-З-ЗЛ(2, ПВ, 0, 1), Ф05(О.У., 2, 3, 2), Д0(8), Л0(19.5) КТД(5), КТП(7) НАП(1) КД											
1, 11 * ЗАН-З-ЗЛ(, 105, СО, , 1), НЗД(1, 2, 3, 5) КД											

Якщо інформації, що міститься в табуляграмах недостатньо для

вирішення завдання, споживач інформації запрошувати в технічному архіві підприємства креслення деталей за номерами, вказаними в табуляграмах.

Подальший розвиток підсистеми АСТПП «Техархів» передбачає створення на основі локальних ІПС технологічного призначення (ІПС деталей, оснастки, інструменту, обладнання та інших) єдиного банку даних технологічного призначення (БДТП).

Підсистема АСТПП «Группроект-1» призначена для класифікації та систематизації інформації про деталі, як новостворених, так і освоєних у виробництві виробів і видачі споживачеві вихідних даних для вирішення наступних основних завдань:

- проведення аналізу виробництва для розробки обґрунтованих пропозицій щодо розвитку подетально-груповий спеціалізації;
- визначення раціонального складу подетально-групових виробничих підрозділів і підбір для них номенклатури оброблюваних деталей;
- визначення необхідної кількості обладнання (по групах взаємозамінних моделей) з урахуванням номенклатури оброблюваних деталей і завантаження на заданий календарно-плановий період;
- складання довідок про виготовленої номенклатурі по виробничим підрозділам, перевірка можливостей виробництва при зміні програм, підготовка даних для матеріально-технічного постачання і т. д.

Зазначений перелік завдань може бути розширений в залежності від подробиці опису як самих деталей, так і технології їх виготовлення.

Інформаційну базу підсистеми складають конструктивно-технологічні, планово-організаційні та техніко-економічні ознаки.

Перший блок складають вихідні архівні дані про деталь.

Як конструктивно-технологічні ознаки використовуються ознаки першого рівня опису деталей підсистеми АСТПП «Техархів». Планово-організаційні та техніко-економічні ознаки формуються в процесі обробки відповідних масивів АСУП.

Другий блок представляє собою підсистему АСУП «Склад виробу». У

						Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

цьому блоці вирішується завдання визначення порядку входження деталей у виріб.

В результаті вирішення цього завдання формується масив «Подетальна програма (ПП)», в якому міститься номер креслення деталі і кількість деталей з даним номером на програму з урахуванням вживаності у виробах.

Третій блок - база даних АСУП, що містить масив «поопераційні трудові нормативи» (ПТН). У цьому масиві для кожної деталі зберігається інформація про операції, на яких вона обробляється; при цьому по кожній операції задаються реквізити: код деталі, номер цеху, номер ділянки, код операції, найменування операції (15 символів), код обладнання, інвентарний номер обладнання, код виду робіт, по одній - калькуляційна норма часу.

Четвертий блок служить для формування і обробки масиву інформації про деталі, які підлягають групуванню. Цей масив створюється кожен раз, коли змінюється програма.

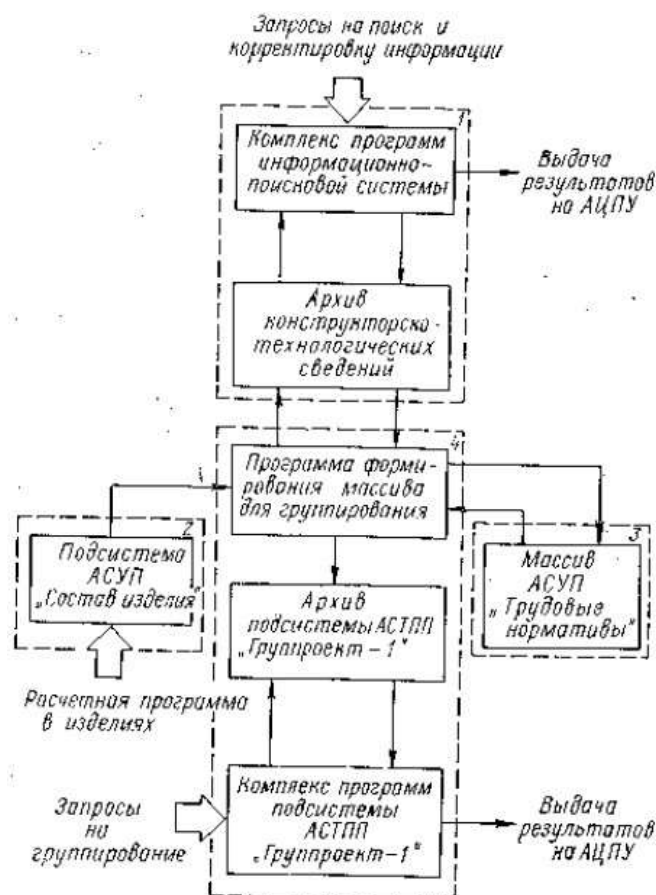


Рисунок 3.3 - Схема функціонування підсистеми АСТПП «Группроєкт-1»

У процесі створення беруть участь три масиви: архів даних про деталі з першого блоку, масиви ПП і ПТН. Крім конструкторсько-технологічних даних в масив для групування включаються планово-організаційні та техніко-економічні характеристики деталі.

До планово-організаційним ознаками відносяться: кількість деталей одного найменування; номери цехів і дільниць, в яких деталь проходить механічну обробку.

Кількість деталей є результатом обчислення в підсистемі АСУП «Склад виробу». Для його отримання необхідно задати програму випуску (у виробках) на даний календарний період і отримати на виході масив «Подетальна програма».

Номери цехів і дільниць по маршруту обробки формуються з масиву АСУП «Трудові нормативи». Крім того, з цього масиву формуються наступні техніко-економічні показники: трудомісткість за видами обробки (в обсязі заданої програми); кількість операцій (загальне і механічної обробки); загальна трудомісткість обробки; трудомісткість операцій механічної обробки; показники відносної трудомісткості (загальний і середній).

Види механічної обробки, яким піддається кожна деталь в процесі виготовлення, визначається за кодами технологічного обладнання. Для цього в межах маршрутного техпроцесу деталі даного найменування проводиться аналіз складу технологічного устаткування, яке застосовується на кожній технологічній операції (за даними масиву «Трудові нормативи»), і об'єднання кодів моделей однотипного обладнання в групи, що характеризують види обробки.

Трудомісткість операцій, що виконуються на об'єднуються моделях обладнання, підсумовується по кожному виду обробки. Таким чином, послідовність технологічних операцій, що виконуються на різних моделях технологічного обладнання, наводиться по всіх деталях до певної (фіксованою) послідовності видів робіт з розрахунком трудомісткості за кожним видом. Трудомісткість немеханічних видів робіт (зварювання, аркушо-штампування,

						Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

слюсарні операції) визначається за кодом виду робіт наявного в масиві «Трудові нормативи». Всі інші види робіт, що не увійшли до переліку ознак (термічні, заготівельні, лакофарбові та ін.), відносяться до інших робіт.

Трудомісткість деталі по виду однорідних робіт обчислюється за формулою:

$$T_{jn} = \sum_{i=1}^m \left(T_{шт\ ji} + \frac{T_{п-з\ ji}}{N_{ji}} \right),$$

де T_{jn} -трудомісткість обробки j -ї деталі n -му виду робіт, нормо-год;
 $T_{шт\ ji}$ - штучний час по j -ї деталі на i -ї операції, нормо-год; $T_{п-з\ ji}$ - підготовчий-заклучний час по j -ї деталі на i -ї операції, нормо-год; N_{ji} -нормуєма партія, шт .; m - кількість однорідних операцій по маршруту обробки деталі.

Відповідність видів робіт моделям обладнання визначається алгоритмічної таблицею, яка коригується для кожного конкретного підприємства.

Таблиця заповнюється при налаштуванні системи за такими правилами; кожним кодом виду робіт може відповідати один або кілька кодів обладнання; якщо коду виду робіт відповідає один код обладнання або кілька кодів, що не становлять послідовності, то кожен з цих кодів заноситься в окремий рядок лівої частини таблиці зі знаком мінус, а в праву частину цих рядків заноситься необхідний код виду робіт; якщо коду виду робіт відповідає деяка послідовність значень кодів обладнання (інтервал), то нижня межа інтервалу заноситься до відповідного рядка зі знаком мінус, а верхня межа заноситься в наступний рядок без знака.

Приклад заповнення частини таблиці наведено нижче.

Код оборудовання	Код вида работ
—100	7
—101	7
—102	8
—108	8
120	8
—123	9
—200	12

Дані, наведені вище, можна розшифрувати так:

Вид работ	Коды оборудования
7	100, 101
8	102, от 108 до 120
9	123
12	200

Відповідно до ГОСТ 17420-72 виділені загальні та додаткові види робіт. До загальних видів робіт відносяться такі: токарні, свердлильні, розточувальні і інші; оздоблювальні, інші механічні, а також немеханічних.

Додаткові види робіт дають детальну інформацію щодо складових, що входять в кожен основний вид групам взаємозамінних моделей. Так, фрезерні роботи складені з горизонтально-фрезерних, вертикально-фрезерних, різьбо-фрезерних, копіювально-фрезерних, гравіювання фрезерних і т.д. Трудомісткість по кожному загальному вигляду робіт виходить як результат підсумовування часу за відповідними додаткових видів робіт.

Загальні види робіт розглядаються нарівні з характеристиками деталей, в той час як додаткові використовуються тільки для отримання довідок та видачі інформації на друк.

У процесі формування значень T_{jn} кожної деталі обчислюються загальна кількість операцій (записів в масиві «Трудові нормативи») і кількість операцій механічної обробки (за кодом обладнання).

Загальна трудомісткість обробки і трудомісткість механічних робіт визначаються як сума по всіх деталей.

Загальний коефіцієнт відносної трудомісткості K_d деталі необхідний для визначення сумарної кількості обладнання, необхідного для обробки даної деталі в зазначений період.

Коефіцієнт визначається за формулою:

$$K_d = \frac{\sum_{j=1}^s T_{jn} N}{FK_B},$$

						Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де T_{jn} - сумарна трудомісткість обробки за однорідними міграцій, нормо-год; N - програма випуску деталі в плановий період, шт.; F - фонд часу роботи одиниці обладнання і тому ж періоді, нормо-год; K_v - коефіцієнт виконання норм; s - кількість видів однорідних операцій механічної обробки.

Показник середньої відносної трудомісткості обчислюється! за формулою:

$$K_{Mi} = \frac{K_{Di}}{s}$$

Блок схема алгоритму формування масиву для групування приведена на рис. 3.4.

Підготовлений таким чином робочий архів «Группроєкт-1» є вихідним для групування деталей за запитами споживачів.

Формування запитів здійснюється на функціональній мові (формалізованому мовою запитів до системи).

Запит до системи має наступну структуру:

(Номер запиту) *

ВИБРАТИ - ПО.УСЛ ((вираз 1))

ВИЧ ((вираз 2)) -

Ум1 ((вираз 3)) -

Ум2 ((вираз 4)) -

СОРТ - ПО ((умови сортування)) -

РАСПЧ- (номер форми друку) -К.

Вираз 1 задає умови вибору деталі в групу; вираз 2 - правила обчислення критеріїв групування і ознакою вторинної класифікації; вираз 3 - верхню межу групи, а вираз 4 - нижню межу групи.

Система універсальна щодо вступників в неї запитом і забезпечує можливість задати в запиті будь-яку схему класифікації і групування деталей, не обмежуючи склад і до кількості ознак 1 групування, а також логічних зв'язний між ними.

Таблица 3.2 – Табуляграма машинної відповіді на запит о деталях –
аналогах зі спеціальними позначками та зкращеннями прийнятими у вихідному
язику ІПС.

Наименование признака	Значение признака	Наименование признака	Значение признака	Наименование признака	Значение признака	Наименование признака	Значение признака	Наименование признака	Значение признака
Шифр детали		Шероховатость поверхности	Класс-7	Код ОКП	403524	Литера	А		
Номер чертежа	K2162.731	Внутренняя поверхность	Класс-7	Отклонение	0	Наружная			
Наименование	Цифра	Прочие поверхности	Класс-4	Виды исполнения	5	D_{max} D_{min}	0.0 0.0		
Марка	45	Точность размеров	2 2	Виды термобработки	Закалка	Внутренняя			
Стандарт	1050.60	Размеры соримента, мм	0.0 0.0 0.0 0.0 0.0	Твердость	Шкала от до	D_{max} D_{min}	0.0 0.0		
Замени-тели	50	Хар-ка зубчатой поверхности	0.0	Виды метал-лическ. покрытий	Химическое электролитическое	Тип			
Масса, кг	0.400000	Количество ступеней	0	Виды лакокрасочных покрытий		Шлицы наружные			
Габариты, мм	$76.00 \times 39.50 \times 0.0$	Степень точн.	0			Шлицы внутренние			
$D(H) \times L \times D(B)$									
Сортимент стандарт									
Заготовка: вкл. размеры	Прут. Круг. Некал. $20 \times 0.0 \times 0.0$								
Типы зубчатых поверхностей									

Процес групування можна розділити на три етапи: аналіз номенклатури оброблюваних деталей; визначення профілю спеціалізації виробничих підрозділів; групування деталей з метою створення подетально-спеціалізованих підрозділів.

На першому етапі деталі групуються за спільністю геометричної форми, для чого складається запит наступного виду:

ЗАПИТ N1 *

ВИБРАТИ - ПО.УМ (КЛ-4Ø)

Вич (ГР1: = ВИД)

СОРТ - ПО (ОКП)

РАСПЧ - 3 - К.

В результаті обробки запиту на друк видається табуляграмах (табл. 3.3).

Цей документ є довідковим при складанні завдань на групування і дозволяє скоротити кількість запитів на групування. Він показує, які види деталей відсутні в уже згадуваному масиві, і дає можливість підготувати запити на формування груп деталей різної геометричної форми, так як деталі, родинні за формою, не завжди можуть забезпечити завантаження виробничих підрозділів (ліній, ділянок) через недостатню трудомісткістю їхнього виготовлення.

На другому етапі робіт необхідно перевірити планово-організаційні характеристики існуючих підрозділів (цехів, дільниць), якщо їх спеціалізувати на обробці однотипних деталей. З цією метою з масиву, призначеного для групування, вибираються деталі аналогічної геометричної форми і групуються за номерами цехів і дільниць, де проходять механічну обробку (або більшу її частину). Ця процедура реалізується за допомогою наступного запиту:

ЗАПИТ N2 *

ВИБРАТИ _ ПО.УСЛ (КЛ-40 ПКЛ = 1,2)

Вич (.Якщо. ЦЕХ-24.ТО. Гр1: = 1 .ІНАЧЕ.ЕСЛІ.

ЦЕХ = 25. ТО. ГР 1: = 2.Все.)

СОРТ "ПО (гр1)

РАСПЧ - 23 ~ К.

						Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблица 3.3 – Кількість найменувань деталей та працю місткість їх
ВИГОТОВЛЕННЯ

Код детали	Код ОКП	Материал детали	Номер участка	Количество деталей на программу	Количество операций		Трудоёмкость, нормо-ч		Расчётное количество оборудования	Коэффициент относительной трудоёмкости
					общее	механической обработки	общая	механической обработки		
110000000500	40.1111	50	1222	350	6	1	15	11	0.003	0.003
110000002100	40.1111	50	1222 1214 0621	2 000	18	8	46	26	0.008	0.001
140000114200	40.1111	50	1214 0612	236	13	6	19	17	0.005	0.0008
020000303300	40.1111	30ХРА	1212 1242 0621	708	15	5	30	24	0.007	0.0014
020000107000	40.1111	30ХРА	1214 1212 0621	3 154	15	6	92	32	0.009	0.0016
050000103300	40.1111	50	1222 0621	75 470	12	4	1022	734	0.182	0.045
Итого количество наименований деталей, шт	6						1224	844	0.214	0.0528
120000211000	40.1141	35	1222	650	7	4	66	54	0.01	0.0025
053000010540	40.1141	50	1214 0621	2 632	19	9	63	53	0.01	0.0011
120000212000	40.1141	35	1222	490	6	4	24	21	0.006	0.0015
120001001800	40.1141	35	1222	1 306	10	4	80	64	0.015	0.0037
070000020500	40.1141	50	1212 1222 0611	12 794	15	7	294	294	0.063	0.009
070000000300	40.1141	50	1212 1222	13 226	9	6	292	262	0.068	0.011
Итого количество наименований деталей	6						819	688	0.151	0.0388

Код деталі	Код форми	Матеріал деталі	Номер участка	Колі- чество деталей на про- грамму	Количество операций		Трудоемкость, нормо-ч		Расчет- ное ко- личество оборудо- вания	Коеффи- циент относи- тельно трудоем- кости
					общее	механи- ческой обра- ботки	общая	механи- ческой обра- ботки		
400000000600	40.1161	АМг6	2401	86	2	1	32	31	0,009	0,009
400000003400	40.1511	АМг6	2401	26	2	2	13	13	0,004	0,002
400001206000	40.1413	20Х13	2411.0621	58	9	2	88	82	0,021	0,011
120000100200 и т. д.	40.1661	35	2421	400	5	2	170	94	0,024	0,012
0700000300100	40.1357	30ХГСА	2451, 1341	9746	17	13	2 023	1 949	0,623	0,048
Итого по цеху 24	количество наименований дета- лей:			25	—	—	10 515	7 382	2,87	0,45
020000104700	40.2121	Л63	2511, 0621	5152	16	9	3 575	2 966	0,72	0,08
090000208700 и т. д.	40.1114	50	2553	600	5	3	52	49	0,01	0,003
400001300600	40.2125	30ХГСА	2553	550	19	9	122	74	0,02	0,002
Итого по цеху 25	количество наименований дета- лей:			218	—	—	191 086	123 376	31,3	0,85

Дані табуляграми заносяться в табл. 3.5.

Аналіз даних цієї таблиці дає можливість прийняти укрупнені рішення по спеціалізації виробничих підрозділів підприємства і розрахувати необхідну кількість обладнання.

Таблица 3.5 – Сводная ведомость групп деталей та прайемісткість по наявноі розцеховки

Наименование групп деталей	Количество наименований деталей	Трудоемкость		В том числе по механическим цехам											
		общая	механической обработки	24		25		26		12		13		Прочие	
				Количество наименований деталей	Трудоемкость механической обработки	Количество наименований деталей	Трудоемкость механической обработки	Количество наименований деталей	Трудоемкость механической обработки	Количество наименований деталей	Трудоемкость механической обработки	Количество наименований деталей	Трудоемкость механической обработки	Количество наименований деталей	Трудоемкость механической обработки
Валы, оси, пальцы, стержни и валопроводные детали	225	191 086	123 376	26	7 328	40	16 712	23	49 499	69	29 690	44	10 948	32	8 945
Втулки, диски, кольца	406	153 744	121 758	93	16 058	122	46 267	18	11 452	45	8 193	41	3 820	87	35 928
Колеса зубчатые	77	60 803	47 076	5	3 590	14	14 884	3	1 315	3	2 630	8	799	48	23 888
Корпусные детали	9	5 495	4 014	—	—	—	—	1	55	—	—	—	—	8	3 959
Кронштейны, стойки	29	95 971	76 833	3	999	2	198	14	73 408	1	805	—	—	9	1 428
Рычаги, вилки, серьги	79	34 009	21 585	27	7 315	13	2 608	20	6 472	—	—	—	—	19	5 190
Плоские детали	287	166 386	123 470	101	8 387	63	46 133	63	46 254	2	139	15	958	43	21 599

На основі аналізу табуляграм складається запит на групування деталей з метою уточнення спеціалізації виробничих підрозділів всередині цехів. Такий запит передбачає виділення максимально близьких (за технологічною спільністю) груп деталей з подальшим укрупненням їх, якщо завантаження підрозділу (ділянки, лінії) виявиться незадовільною. Таким чином, створюються групи деталей, об'єднані максимальної спільністю технологічного маршруту і забезпечують раціональне завантаження виробничих підрозділів.

Запит на групування може бути одно- і багатокроковим. У однокроковій запиті задається алгоритм формування якоїсь однієї групи по будь-якому поєднанню ознак. У багатокрокових запитах задаються правила формування безлічі груп послідовного їх об'єднання за допомогою покрокового злиття до тих пір, поки не будуть виконані обмеження, що накладаються на мінімально допустиму величину груп, перевірка на відповідність яким проводиться на кожному кроці. В якості обмежень можуть застосовуватися такі кількісні характеристики групи, як допустима кількість найменувань деталей в групі, їх серійність і т. п.

Перед складанням запитань на групування все безліч деталей по найважливіших ознаках (геометрична форма, матеріал, габаритні розміри, маса і ін.) ділиться на взаємовиключні підмножини, об'єднання яких, з точки зору спільної обробки, не має практичного сенсу. Запити на групування складаються на кожне підмножина окремо і можуть містити один або кілька варіантів формування конструктивно-технологічних груп (КТГ), з яких вибирається найкращий. Групування на ЕОМ проводиться до тих пір, поки всі безліч деталей не розіб'ється на пересічні КТГ.

						Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

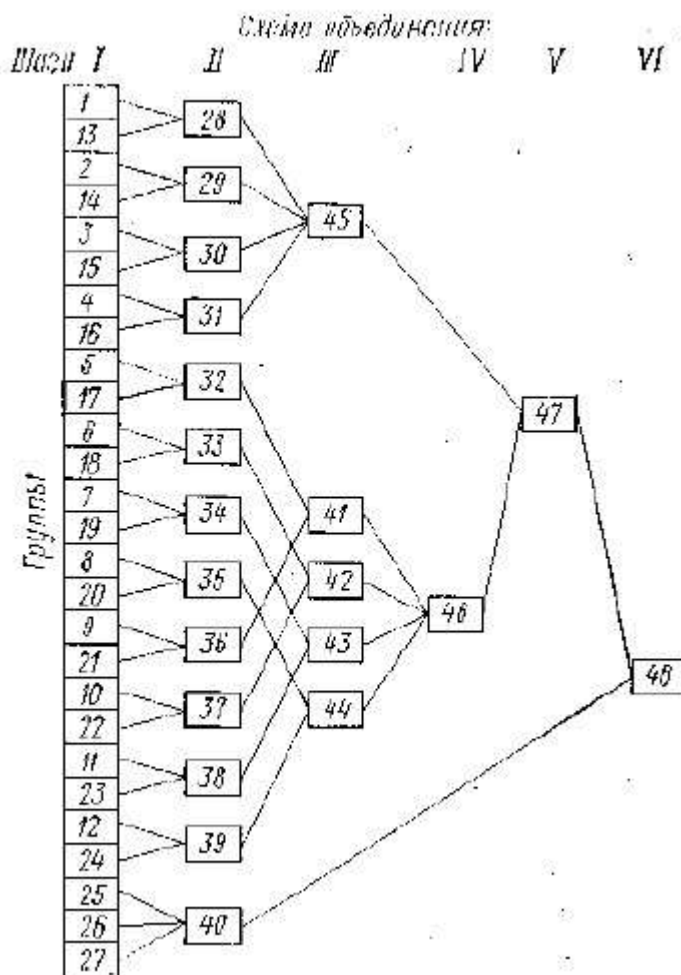


Рисунок 3.5. - Схема объединения деталей в группы

Підсумковим документом при вирішенні даного завдання є відомість КТГ, що містить: номери КТГ, систематизований номенклатурний перелік увійшли до них деталей і інтегровану характеристику типових представників кожної КТГ. При впровадженні на підприємстві необхідно здійснити роботи, пов'язані з кодуванням і заносом відомостей про деталі. Середній час кодування 10-15 хв, а перфорації - 3-5 хв. Зазначені операції повинні виконувати працівники групи інформаційного забезпечення (ГІЗ) системи. При формуванні масиву для групування деталей необхідно мати повні і достовірні масиви АСУП «Склад виробу» та «Трудові післяопераційні нормативи», які забезпечують відповідні служби АСУП.

На етапі функціонування системи ГІЗ здійснює: розробку та впровадження класифікаторів і інструкцій по опису деталей; реєстрацію новоприбулих креслень і кодування їх для поповнення інформаційного фонду; реєстрацію повідомлень про виключення і зміни деталей і складання приписів на коригування інформаційного фонду; складання цільових масивів, орієнтованих на рішення нових завдань; систематичний контроль за тезаурусами і їх коригування; надання допомоги споживачам по експлуатації системи і розширення сфери її застосування; збір та аналіз статистичних даних щодо відповідей на запити, оцінку ефективності роботи системи та ін.

3.2 Автоматизоване проектування елементної технології

Автоматизація проектування БНВ (багатономенклатурне виробництво) - складний і багатоступінчастий процес. Проектування ВС (верстатної системи) будь-якого організаційного рівня необхідно починати з глибокого опрацювання технологічного процесу з точки зору особливостей БНВ.

Інформаційне уявлення виробничого процесу ускладнюється наявністю тимчасових зв'язків. Тимчасові зв'язки визначають склад основного, транспортного та допоміжного обладнання ВС, його завантаження, показники ефективності технологічних процесів, організаційну структуру ВС ділянки, цеху і заводу в цілому. Тимчасові зв'язки охоплюють весь виробничий процес включає технологічні процеси механічної обробки, термообробки, обробки, очищення, транспортування заготовок та інструменту, збірки і т.п.

При створенні ВС БНВ невеликими показниками володіють тимчасові зв'язки, зумовлені механічною обробкою груп деталей. На початковому етапі проектування ВС інформація про тимчасові зв'язки технологічних процесів є найбільш важливою. Зазвичай при неавтоматизованому проектуванні цю інформацію отримують на основі застосування укрупнених методів, що неминуче призводить до неточностей або грубих прорахунків у проектуванні.

						Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Автоматизація проектування ВС вимагає створення спеціалізованих САПР "елементної" технології, призначених для попереднього синтезу технологічного процесу обробки кожної деталі, і формування масивів даних про склад і схемах переходів, типажі ріжучих інструментів і оснастки, тимчасових характеристиках і т.п [2]. Такі САПР забезпечують синтез "елементної" технології безвідносно до конкретних моделей верстатів (так як їх вибір має бути на наступних кроках) на рівні обробки елементарних поверхонь і розроблення на їх основі даних для комплексного аналізу і прийняття рішень [9]. Подана нам інформація є базою для вирішення завдань проектування структури і окремих елементів ВС. Проектні рішення, отримані в САПР "елементної" технології, можуть бути використані на етапі експлуатації ВС при технологічній підготовці виробництва. Порядок розробки "елементної" технології показаний на рис. 3.1.

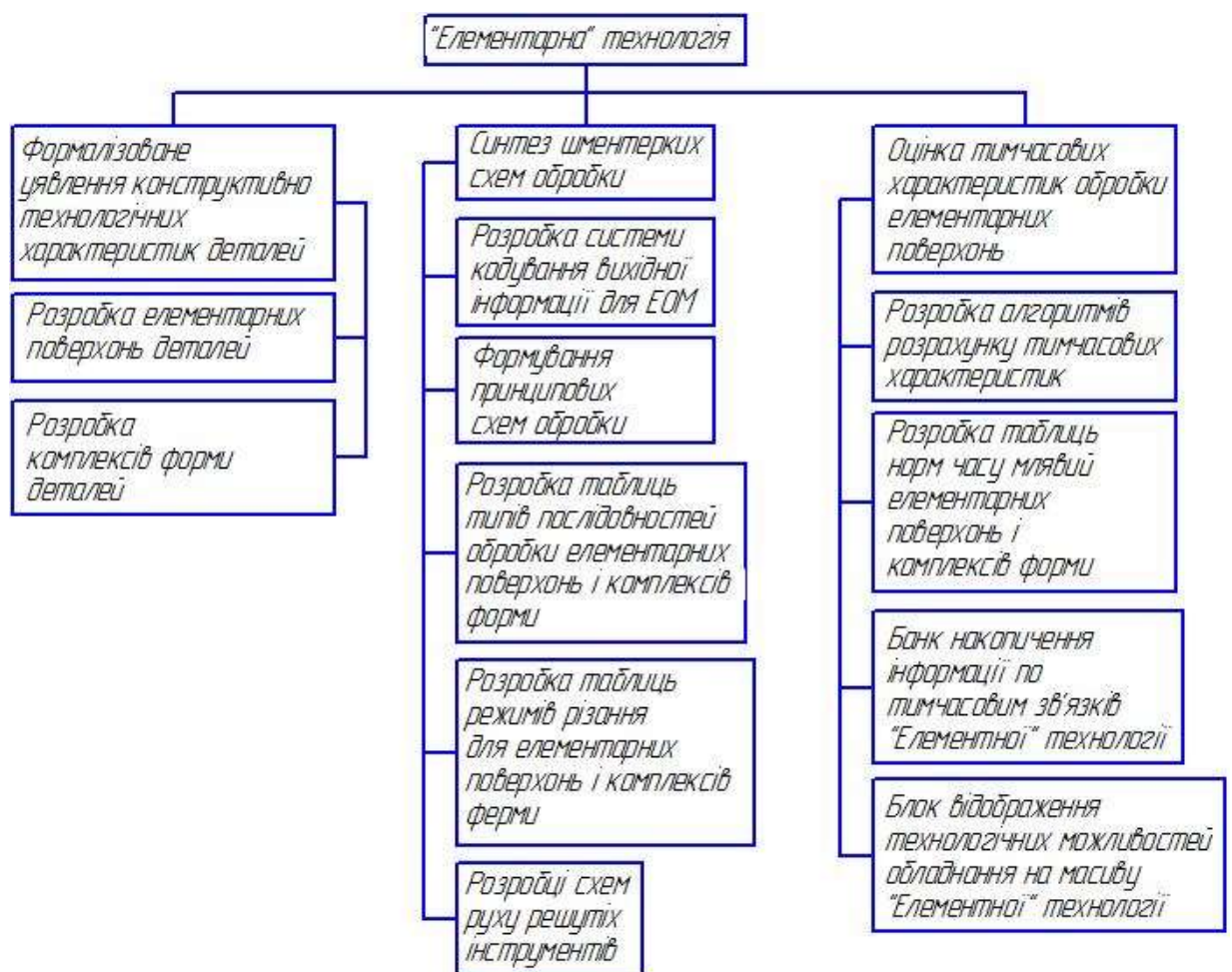


Рисунок 3.1 - Блок-схема розробки "елементної" технології.

Розглянемо спеціалізовану САПР, створена з метою отримання тимчасових характеристик, необхідних для проектування ВС БНВ. В її основу покладено принципи сучасної технології машинобудування згідно з якими конструктивно-технологічні характеристики деталей формально можуть бути представлені у вигляді комплексу конструктивно-технологічних елементів (ТКЕ) і схем їх виготовлення. З цією метою всі елементи поверхні деталей машин класифіковані фасетного способом і згруповані за окремими видами (рис. 3.2). В основу класифікації покладено їх конструктивно-технологічні особливості і функціональне призначення, тобто ознаки, що визначають спільність елементарних технологічних схем обробки, типаж основного і допоміжного інструменту, послідовність обробки і т.п [2].

Технологія виготовлення елементарних поверхонь створюється на основі типових технологічних рішень і узагальнення виробничого досвіду. На початковій стадії проектування можуть бути прийняті оптимальні висновки. Оптимальні рішення приймаються на стадії створення робочої технології АСТПВ. Логічна схема роботи системи автоматизованого проектування елементної технології показана на рис. 3.3.

Проектування ведеться в автоматичному режимі. Для спрощення процедури введення інформації про деталі створені спеціальні сервісні програми з використанням засобів машинної графіки, що дозволяє технологу, який не має спеціальних знань у галузі інформатики, ефективно брати участь в процесі проектування ВС. Кожна поверхня може бути описана певним набором параметрів: вихідними розмірами, координатами розташування на верстаті, квалітетом, шорсткістю, характеристиками вихідного стану і т.д. Для кодування і завдання інформації ПЕОМ деталей представляється в системі координат верстата (рис. 3.4, а). Схеми і параметри для кодування, які містяться в картотеці ТКЕ. Приклади деяких з них, які відповідають рис. 3.4, а, представлені на рис. 3.4,б.

						Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		




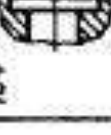
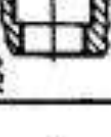
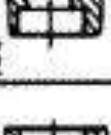
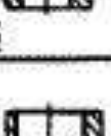



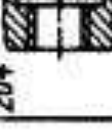

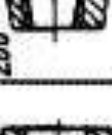
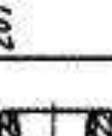


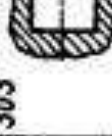
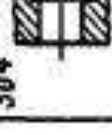
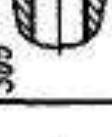
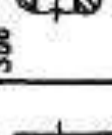
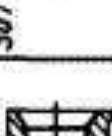




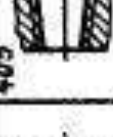
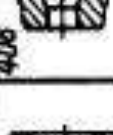
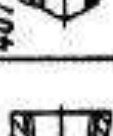




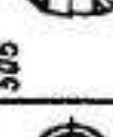
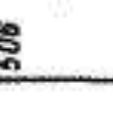
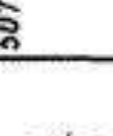





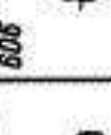




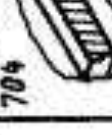
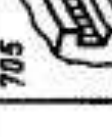
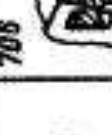
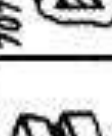
100	Основні отвори	101		102		103		104		105		106		107	
200	Основні різьбові отвори	201		202		203		204		205		206		207	
300	Допоміжні отвори	301		302		303		304		305		306		307	
400	Допоміжні різьбові отвори	401		402		403		404		405		406		407	
500	Канавки, фаски	501		502		503		504		505		506		507	
600	Площини	601		602		603		604		605		606		607	
700	Пази, виступи, контури	701		702		703		704		705		706		707	

Рисунок 3.2 - Конструктивно-технологічні елементи деталей машин.

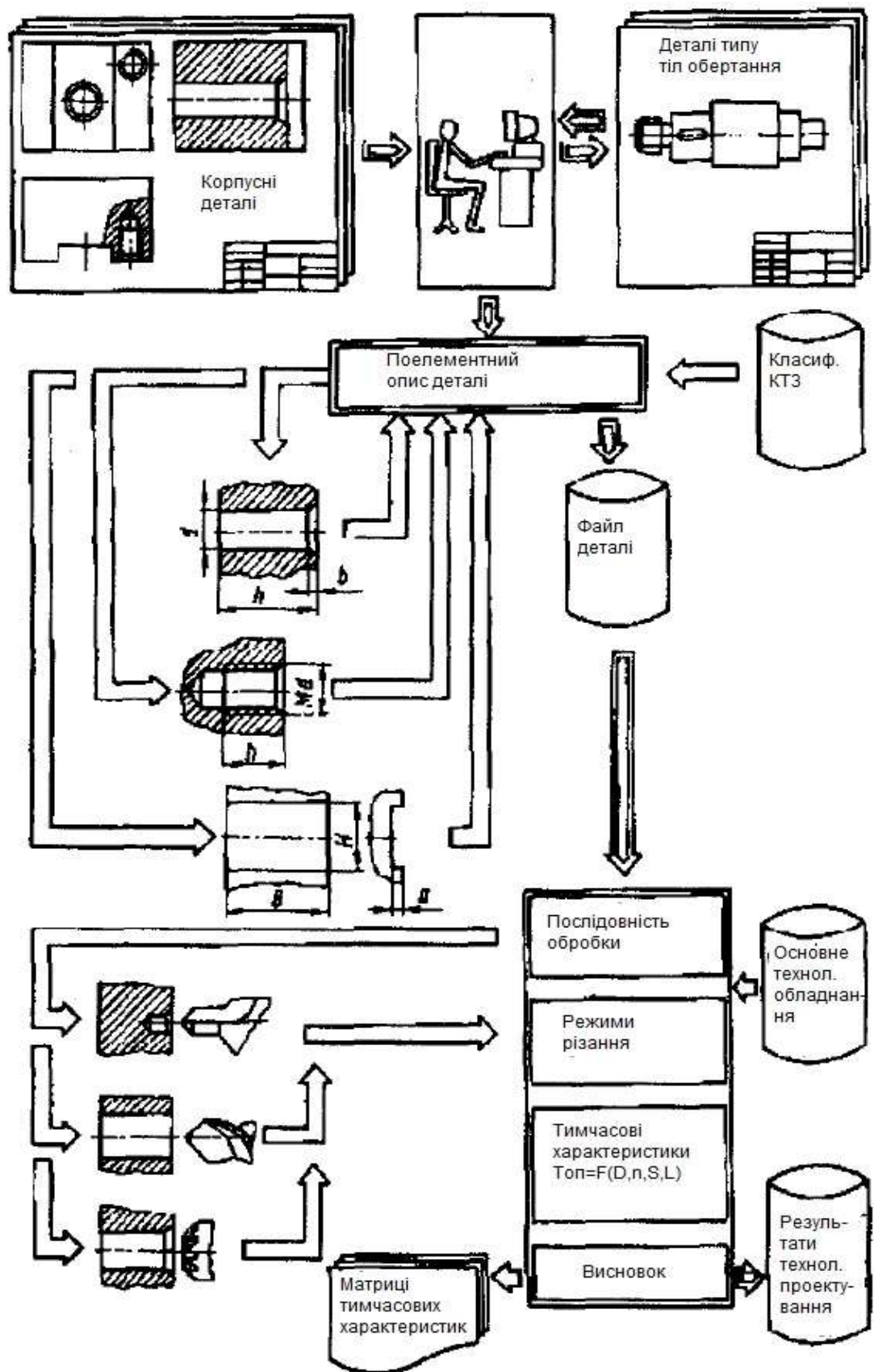


Рисунок 3.3 - Логічна схема роботи САПР "елементної" технології.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

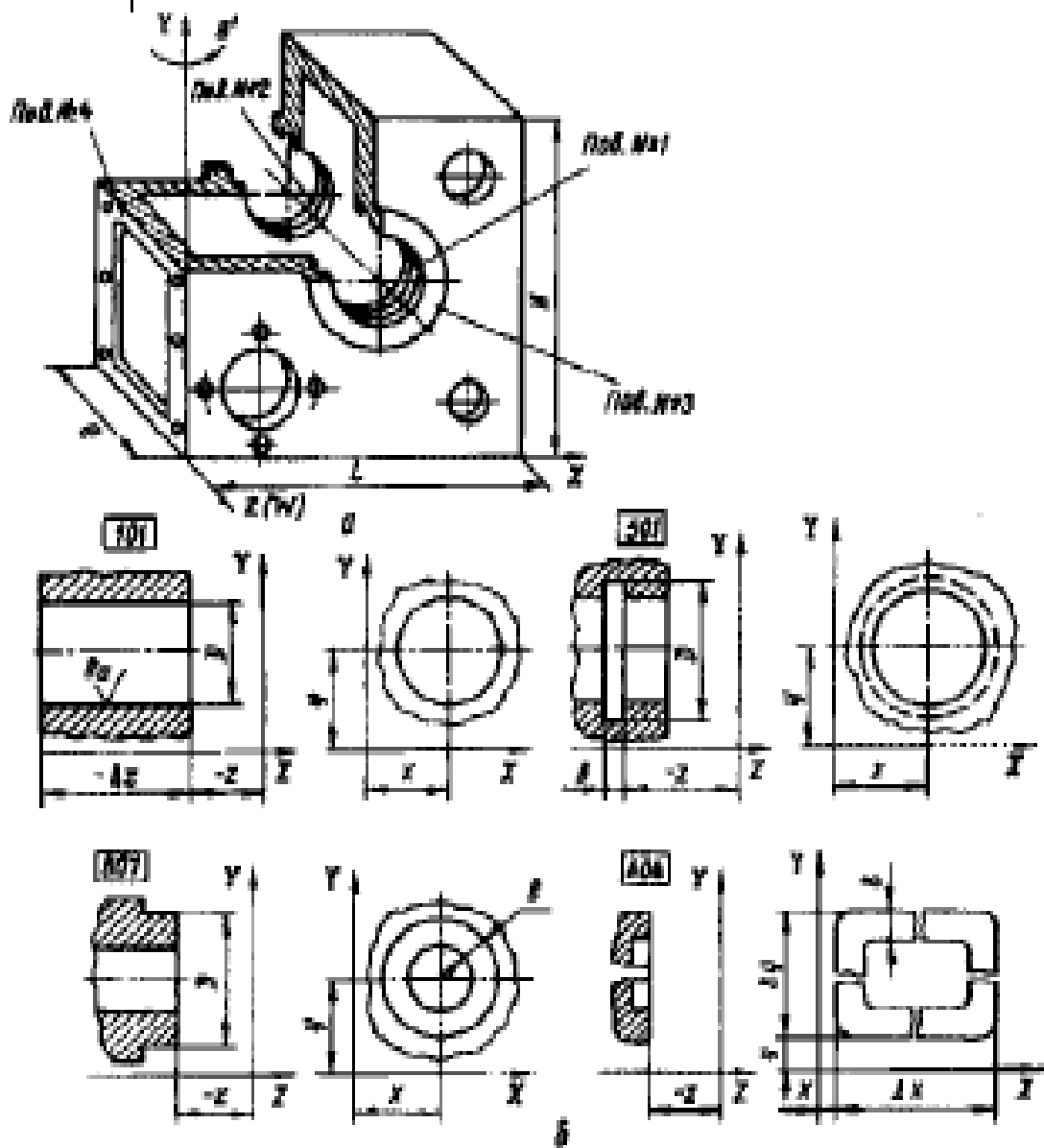


Рисунок 3.4 - Подання інформації про деталі в САПР "елементної" технології.

Алгоритм роботи САПР (рис. 3.5) полягає в наступному. На першому етапі (блок 2) здійснюється введення вихідних даних про виріб і деталі, потім в блоках 3 і 4 в інтерактивному режимі описується деталь з використанням класифікатора ТКЕ. Після введення всієї інформації деталі починається послідовне проектування "елементарних" технологічних процесів обробки кожної ТКЕ від 1 до N, де N - загальна кількість ТКЕ деталі. Цей процес є зовнішнім циклом загальної процедури проектування (блоки 5 - 14). У цьому циклі проектування почи-

нається з вибору "елементарного" плану обробки (ЕПО) ТКЕ з класифікатора ЕПО за розмірами і якісним характеристикам ТКЕ (блок 6). ЕПО містить набір переходів, що відповідають параметрам ТКЕ і деталі. Подальше проектування провадиться циклі перебору переходів від 1 до K_{\max} , де K_{\max} - кількість переходів ЕПО (блоки 7-15).

Безпосереднє проектування "елементарних" технологічних процесів полягає у виконанні послідовно вироблених процедур: визначення між операційних припусків на обробку, визначення параметрів ріжучих інструментів, вибір режимів обробки. При цьому використовуються картотеки припусків, параметрів ріжучих інструментів, режимів обробки (блоки 8-10). Завершує етап проектування розрахунок тимчасових характеристик К-го переходу ЕПО (блок 11).

Після виконання зовнішнього циклу здійснюється друк необхідних вихідних документів-матриць тимчасових характеристик: механічної обробки групи деталей, механічної обробки деталей за видами робіт і механічної обробки деталей по переходах, а також параметрів "Елементарних" технологічних процесів кожного ТКЕ деталі. Вся інформація про результати роботи САПР "елементної" технології зберігається в вихідних файлах і використовується в якості вхідних для інших підсистем інтегрованої САПР СС БНВ.

САПР "елементної" технології реалізована на мові програмування Fox-Base в середовищі MS-DOS персональних ЕОМ. Структура САПР дозволяє використовувати її і для інших завдань: проектування робочих технологічних процесів в одиничному і дослідно-експериментальному виробництві, нормування технологічних операцій експрес-методом, розрахунку необхідної кількості інструменту з урахуванням основного часу обробки і періоду стійкості, класифікації деталей по конструктивно-технологічним ознаками, синтезу уніфікованих технологічних процесів і створення на цій основі САПР робочих технологічних процесів, створення технологічної інформації для систем автоматизованої підготовки керуючих програм для верстатів з ЧПК [9].

						Арк.
						92
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

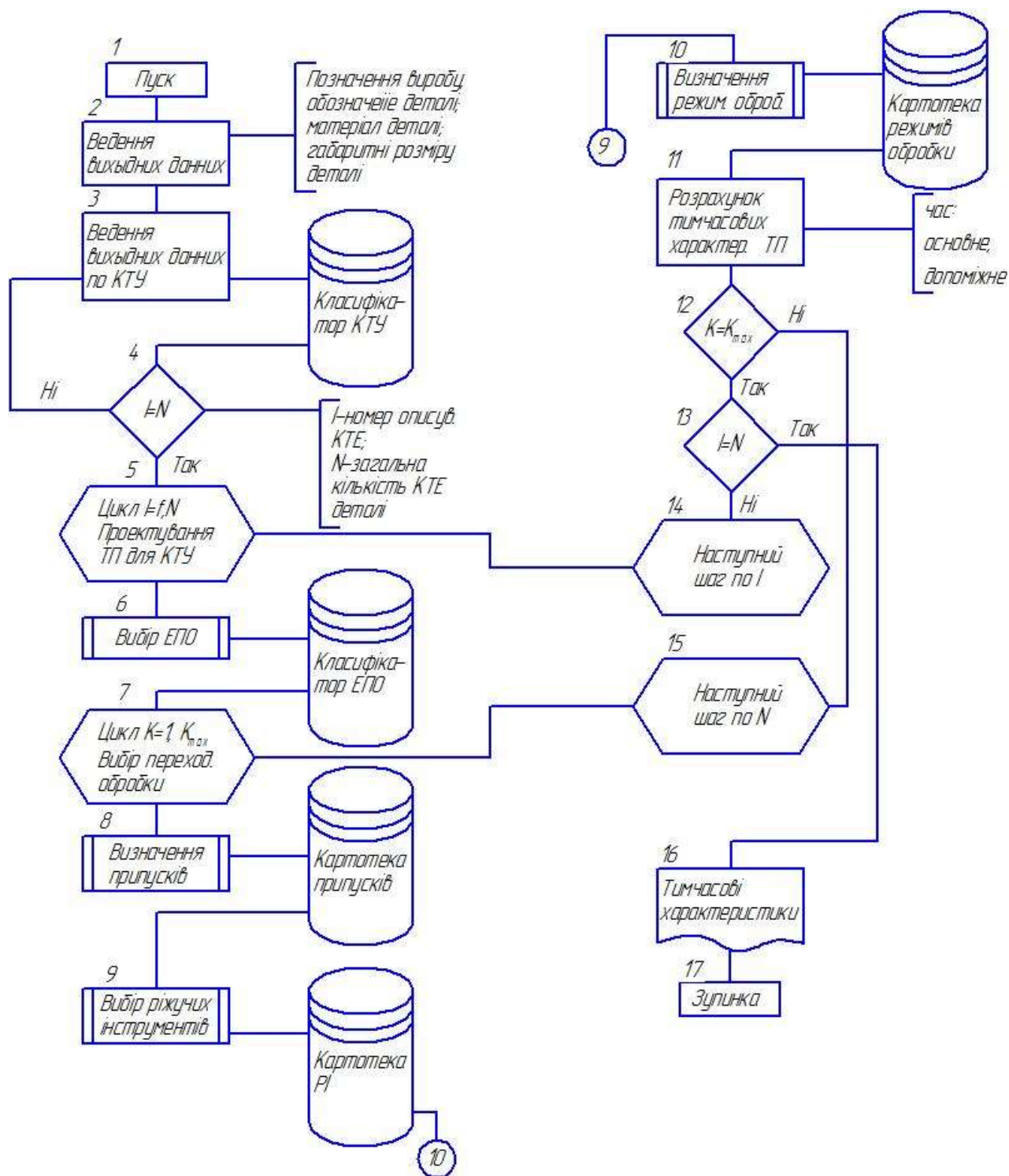


Рисунок 3.5 - Алгоритм роботи САПР "елементної" технології.

3.3 Автоматизована система групування технологічних об'єктів «Кадет»

Системний характер процесу проектування ВС МНП, глибина опрацювання технологічних рішень, а також спільність прийнятих рішень як на стадії проектування, так і виробництва технологічних об'єктів, заснована на уніфікації технологічних об'єктів шляхом застосування методу проектування технологічних процесів за допомогою "елементної" технології, вимагає застосування також єдиного методу групування на всіх стадіях виробництва від проектування до експлуатації.

Найбільш поширений в виробництві є методика групування, заснована на типізації рішень, де саме групування ґрунтується на систематизації кодів виробу, тобто на застосуванні класифікаційних рядів. Вони мають такі властивості:

- дві деталі, які мають однаковий код К, будуть або однаковими, або володіти високим рівнем подібності;
- якщо дані три деталі, що мають коди відповідно К1, К2 і К3, і якщо $K1 > K2$ і $K2 > K3$, то перша деталь буде більш схожа до другої деталі, ніж третьої;
- якщо дві деталі мають коди, що відрізняються значенням молодшої ознаки, то в ряду вони будуть стояти недалеко одна від одної [6].

Ця методика передбачає ієрархічний спосіб групування, тому найменші похибки у встановленні ієрархії ознак призводять до помилок в групуванні. До того ж, весь перебіг кодування примушує спеціального введення інформації про ознаки виробу, яка потім ніде не використовується.

Однак, якщо в позначенні креслення проставлений конструкторсько-технологічний код (КТК) відповідно до ГОСТ 2.201-80, то цю інформацію необхідно раціонально використовувати. Слід передбачити можливість декодування конструкторсько-технологічного коду деталі для автоматизованого заповнення бази даних про технологічні об'єктах з метою подальшого використання системою.

						Арк.
						94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для усунення зазначеного недоліку в роботі розроблена автоматизована система класифікації деталей "КАДЕТ", що дозволяє систематизувати всі дані про деталі і використовувати їх в процедурі групування.

За допомогою системи "КАДЕТ" первинну інформацію про основні ознаки деталей при наявності КТК деталі передбачається використовувати шляхом декодування КТК. Система крім режиму декодування працює в зворотному режимі і дозволяє виробляти класифікацію деталей в діалоговому режимі кодування і заповнення бази даних. Крім того, система "КАДЕТ", що має свою локальну базу даних нормативно-додаткової інформації, може застосовуватися автономно на будь-яких машинобудівних підприємствах, що використовують класифікатор ЕСКД і ЕСТПП і персональні комп'ютери типу IBM PC. Алгоритм роботи системи показаний на рис. 3.6.

У загальному вигляді задача вибору і розбиття номенклатури деталей Φ на групи $\{f\}$ полягає в поділі безлічі вихідних даних на однорідні по якихось ознаках підмножини. Так як при проектуванні ділянок МНП ні кількість груп, ні алгоритм розбиття деталей на групи заздалегідь невідомі, то завдання групування вирішується як одна з відомих задач теорії розпізнавання образів, так звана задача навчання розпізнавання "навчання без вчителя". При цьому потрібно рішення ряду підзадач: визначення кількості груп деталей K , ознак простору X_n , ваг ознак W_n , якості угруповання складу груп $\{d_i\}$.

Ці завдання можуть бути вирішені за допомогою відомого швидко-сходящего алгоритму, який отримав назву "метод (54) динамічних ядер" (рис.3.7), який заснований на визначенні підмножин деталей з високою щільністю розташування в n -вимірному просторі ознак класифікації.

						Арк.
						95
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

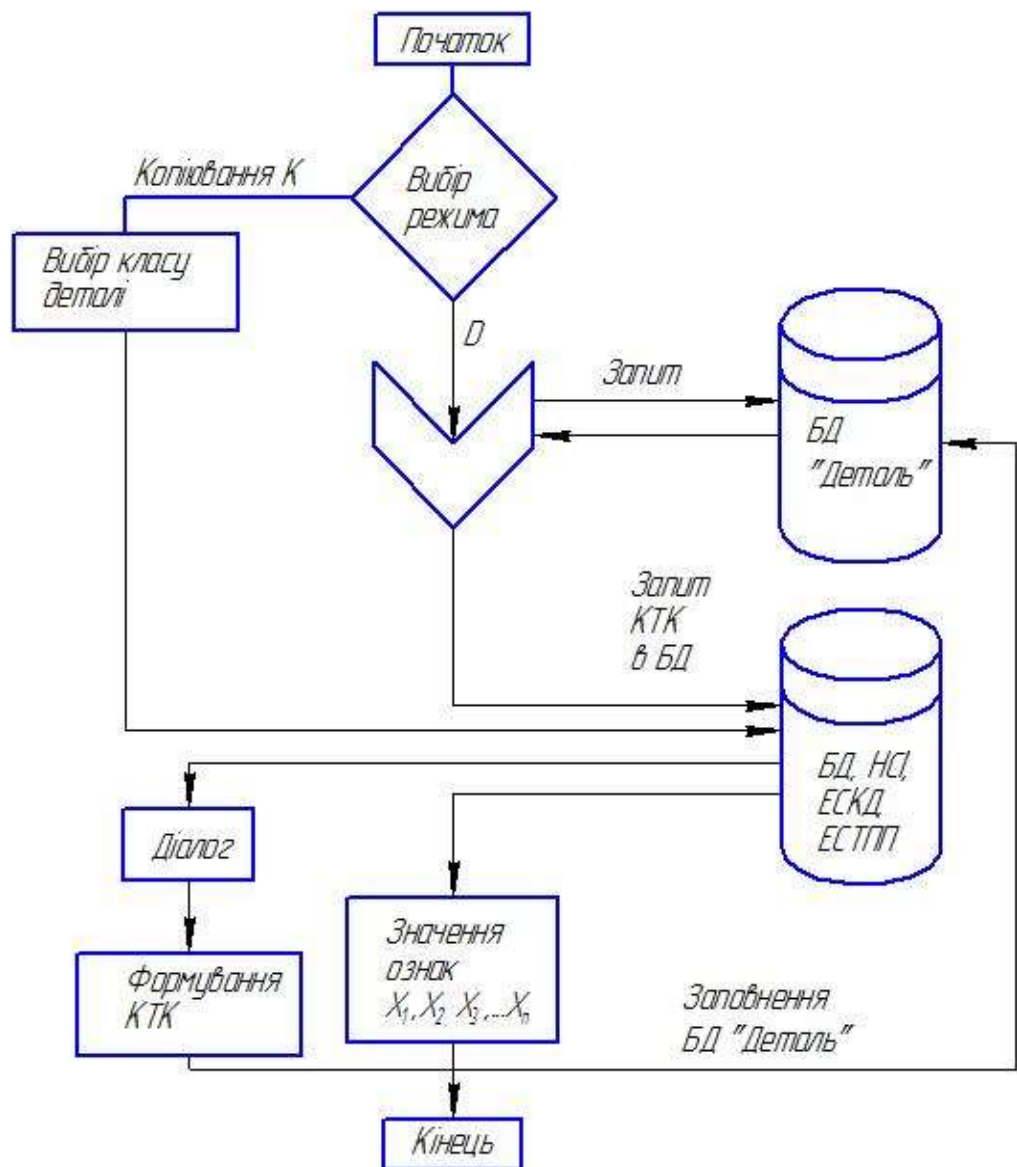


Рисунок 3.6 - Схема алгоритму роботи системи "КАДЕТ".

Нижче розглядаються окремі етапи алгоритму. Терміном "ядро" називають символічне уявлення однієї і тієї ж групи технологічних об'єктів $\{d_i\}$. Спочатку відшукуються найкращі ядра, тобто такі, які найкращим чином представляють свої класи. Символічне уявлення ядер може бути будь-яким, в тому числі і вигляді дерева. Список таких уявлень необмежений, до складу ядра може входити група з n технологічних об'єктів, де $n < 1$.

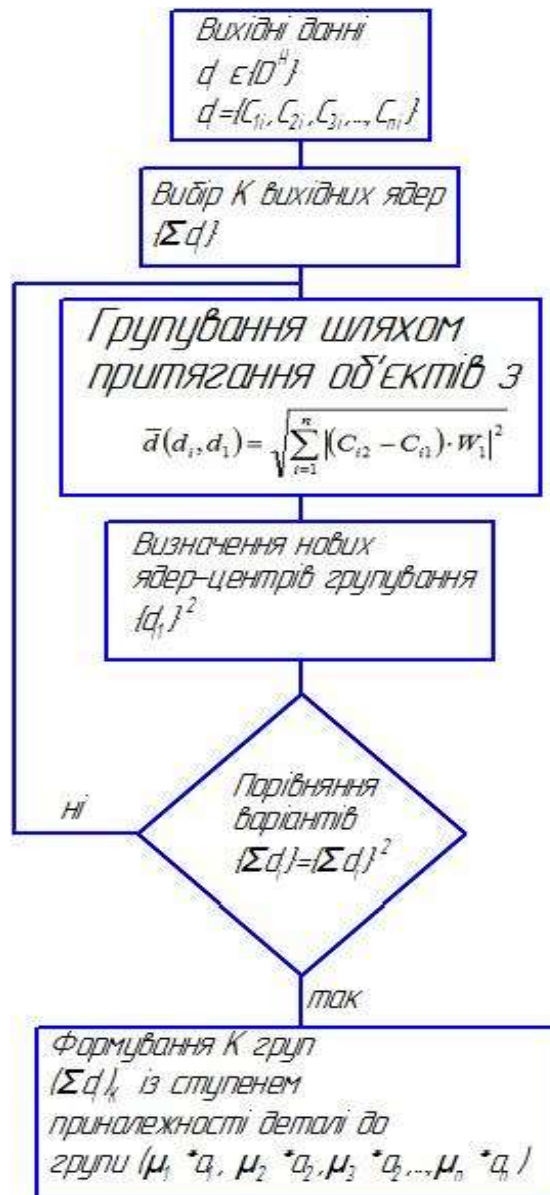


Рисунок 3.7 - Схема алгоритму класифікації та групування технологічних об'єктів методом динамічних ядер.

Найбільш зручним, з технологічної точки зору, є уявлення ядра у вигляді звичного поняття комплексної деталі. При цьому необхідно обумовити специфіку застосування цього поняття до умов автоматизованого групування технологічних об'єктів.

Один з можливих шляхів знаходження ядер або комплексних деталей складається у визначенні центру ваги кожного класу. При цьому передбачається, що всі технологічні об'єкти мають однакову значимість, тобто масу. В даному

випадку необхідно оцінювати цю величину. При цьому характеристикою значущості технологічного об'єкта може служити відносна величина річної програми його випуску, що обліковується один з ознак деталі. Якщо до складу ядра входить більше однієї деталі, то характеристики комплексної деталі визначаються за такими правилами, впливають з визначення комплексної деталі:

1. Якщо $\{R_d\}$ - безліч геометричних розмірів деталей (L - довжина, B - ширина, H - висота), що входять в ядро, то геометричні характеристики комплексної деталі визначаються як середні значення габаритних розмірів, що входять в ядро $\{d_i\}$:

$$\tilde{L} = \sum_{d_i=1}^N L_i / N$$

$$\tilde{B} = \sum_{d_i=1}^N B_i / N$$

$$\tilde{H} = \sum_{d_i=1}^N H_i / N$$

де N – кількість деталей в групі,

$$\{d_i\} \rightarrow \{L, B, H\}$$

Аналогічно обчислюються значення ознак, що мають кількісний вимір:

$$\tilde{x} = \sum_{i=1}^N x_i / N$$

$$\{d_i\} \rightarrow \{\tilde{x}_1, \tilde{x}_2, \dots, \tilde{x}_n\}$$

2. Якщо $\{d_i\}$ - безліч елементарних оброблюваних поверхонь деталей, що входять в ядро, то комплексна деталь характеризується логічною сумою всіх елементарних поверхонь деталей групи:

$$\{d_i\} \rightarrow \{p_1 \wedge p_2 \wedge p_3 \wedge \dots \wedge p_n\}$$

Аналогічно обчислюються значення ознак, що мають якісний вимір:

$$x = \{C_1 \wedge C_2 \wedge C_3 \wedge \dots \wedge C_k\},$$

$$\{d_i\} \rightarrow \{x_1; x_2; \dots; x_m\}$$

У найзагальнішому вигляді алгоритм групування за допомогою динамічних ядер зводиться до наступного. Так чи інакше вибирають до вихідних

						Арк.
						98
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ядер. Цей початковий набір характеризує початковий набір ознак класифікації. Потім кожен з них приєднують до найближче розташованому ядру.

В отриманих групах обчислюють нові ядра і порівнюють новий поділ з попереднім. Коли поділ і ядра залишаються незмінними, то процес припиняється, а вийшло поділ на класи вважається остаточним. При цьому елементи, які не змінюють своєї приналежності до класу в процесі роботи алгоритму, називають сильними образами, а елементи, які хоча б один раз переходять з групи в групу, - слабкими образами.

Для початку роботи алгоритму необхідно задати початкове число груп. Для цього можна скористатися вже відомими методами групування, наприклад групуванням деталей за класифікаторами ЕСКД і ЕСТПП, якщо така робота на підприємстві вже проводилася. При відсутності такої можливості цю процедуру можна і не робити, так як кінцевий результат роботи алгоритму практично не залежить від початкового набору обраних параметрів, однак застосування цієї процедури може істотно знизити число ітерацій роботи алгоритму, а отже, і час його виконання.

Для роботи алгоритму "динамічних ядер", а саме, для обчислення відстаней між ядрами технологічних об'єктів вводиться поняття вагових характеристик різних ознак деталі. Спочатку значення цих ознак планується обчислювати експертним шляхом. Якщо технологічний об'єкт класифікується в просторі ознак

$$X=\{x_1, x_2, x_3, x_4, \dots, x_n\}$$

то для обчислення евклидова відстані між об'єктами в n-вимірному просторі з урахуванням різного "масштабу" за координатами необхідно задати набір вагових або масштабних коефіцієнтів, що визначають значимість кожної ознаки,

$$W=\{W_1, W_2, W_3, W_4, \dots, W_n\}$$

При цьому формула визначення відстані набуде вигляду

$$\bar{d}(d_i, d_j) = \sqrt{\sum_{i=1}^n [(c_{i1} - c_{j1}) \cdot w_1]^2}$$

						Арк.
						99
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для простих ознак, наприклад для маси, габаритів і т.д., що вимірюються в абсолютних величинах, знак мінус у формулі – знак

арифметичного віднімання. Для тих ознак, значення яких беруть конкретні дискретні значення, наприклад найменування інструменту, який застосовує, коди елементарних поверхонь, знак мінус означає логічну операцію. При цьому

$$(C_i - C_j) = m,$$

де m - число однакових значень в описі цієї ознаки. Визначення дійсних значень вагових коефіцієнтів для конкретної номенклатури деталей і становить завдання "навчання".

На рис.3.8, а наведено приклад класифікації об'єктів в двовірному просторі ознак. Як видно з малюнка, при рівності значимості ознак деталі групуються в дві чіткі групи A_1 , і A_2 . Зміна масштабу по осі x_1 з зміною $W_1 = 0.1 W_2$ призводить до зовсім інших результатів групування - утворення груп A'_1 та A'_2 .

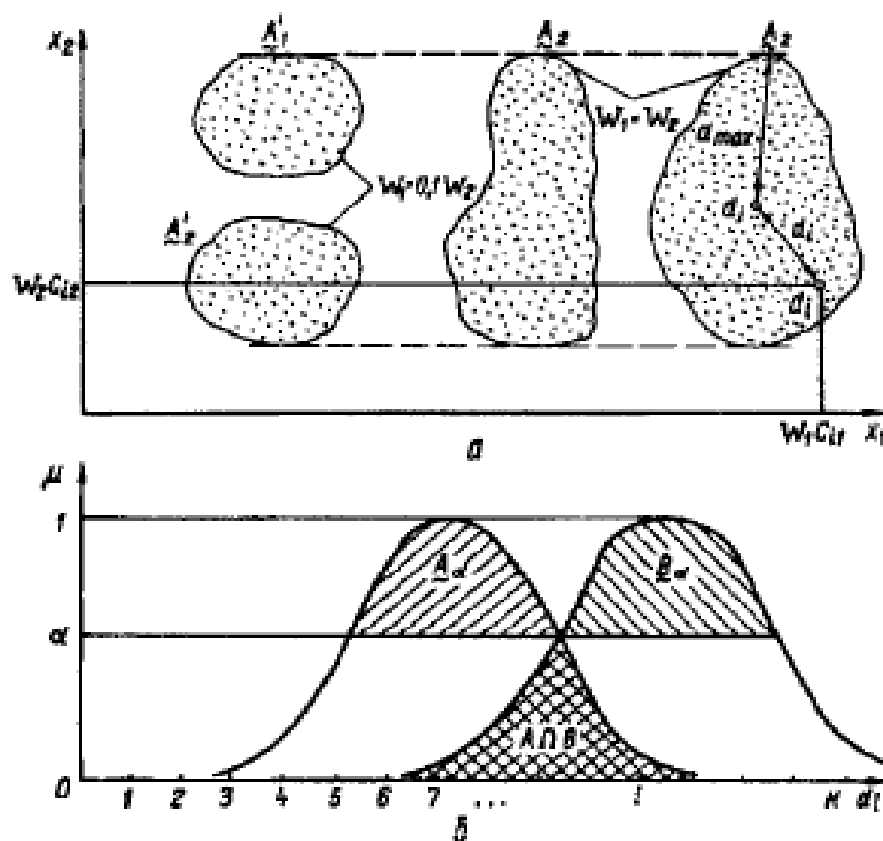


Рисунок 3.8 - Приклад класифікації технологічних об'єктів в двовірному просторі координат.

Системний підхід при проектуванні ділянок БНВ, нечіткість критеріїв ефективності функціонування виробничої системи призводить до необхідності вирішення завдання проектування ітераційним шляхом, тобто шляхом послідовного наближення до оптимальних значень вагових коефіцієнтів $W_{оп}$. При цьому кожна ітерація при проектуванні вимагає значного часу.

Тому необхідно передбачити можливість проводити оптимізацію прийнятих рішень в кожній підсистемі, не вдаючись до загальносистемних ітерацій. У запропонованій методиці групування це досягається застосуванням принципу нечіткого групування, що використовує основні поняття теорії нечітких множин. Нижче розглядаються основні поняття цієї теорії, що застосовуються в САПР ВС БНВ.

Нехай E - є безліч, а A - підмножина E , d - елемент множини A , тобто $A \in E$, $d \in A$. для вираження цієї приналежності можна використовувати і інше поняття - характеристичну функцію $\mu_A(d)$, значення якої вказують, чи є (так чи ні) d елементом A , т.д.

$$\mu_A(d) = 1, \text{ якщо } d \in A$$

$$\mu_A(d) = 0, \text{ якщо } d \notin A$$

Таке уявлення звично для існуючих методик групування, які передбачають чітке віднесення деталі до якої-небудь групи. Уявімо тепер, що характеристична функція може приймати будь-яке значення в інтервалі $[0,1]$. Відповідно до цього елемент d_i безлічі E може не належати A ($\mu_A=0$), може бути елементом A в невеликому ступені A (μ_A близько до 0), може більш-менш належати A (μ_A не дуже близько до 0, ні занадто близько до 1), може в значній мірі бути елементом A (μ_A близько до 1) або, нарешті, може бути елементом A ($\mu_A = 1$). Таким чином, математичний об'єкт, який визначається виразом

$$A = \{(d_1|0.2), (d_2|0.3), (d_3|0.35), \dots, (d_4|0.95)\},$$

де d_i -елемент універсального підмножини E . Таке число називається нечітким підмножиною множини E і позначається $A \in E$ або $A \notin E$. Число після вертикальної риски дає значення характеристичної функції на цьому елементі [1].

						Арк.
						101
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Функція μ_A також називається функцією приналежності, в даному випадку технологічного об'єкта до групи.

Підмножиною α -рівня (рис.3.8,б) нечіткого підмножини A називається звичайна підмножина

$$A_\alpha = \{d / \mu_A(d) \geq \alpha\}$$

Перетином нечітких множин A і B називають

$$A \cap B = \forall x \in X : \mu_{A \cap B}(x) = \min[\mu_A(x), \mu_B(x)]$$

Використовуючи наведені нижче поняття, нечіткі групи будуть мати такий вигляд:

$$A = \mu_1 d_1 + \mu_2 d_2 + \dots + \mu_n d_n + \dots,$$

де $d_1 - d_n$ – деталі, що входять до нечіткої групи; μ – ступінь приналежності деталі до групи, яка визначається виразом [1].:

$$\mu_i(d_i) = \bar{d}_i / \bar{d}_{\max} = [0,1]$$

Таким чином, в рамках кожної підсистеми САПР, варіюючи значенням α -рівня, можна оптимізувати, змінювати склад деталей в групі для оптимізації показників параметрів роботи відповідної підсистеми. При цьому якісний склад нечіткої групи не змінюється. Він змінюється тільки при зміні вагових коефіцієнтів ознак після аналізу запропонованого варіанту МНП повинен виділяти "вузькі місця" проекту і пропонувати шляхи коригування вихідних даних. Це необхідно робити шляхом збільшення значення вагових коефіцієнтів тих ознак, які впливають на появу "вузьких місць".

Наприклад, обмеження по місткості інструментального магазину вимагає підвищення значущості вагового коефіцієнта за відповідною координаті простору ознак. Причому на кожній ітерації система переходить до більш якісного та детального гуртування:

- від визначення номенклатури деталей, оброблюваних на даному виробничому ділянці, до виділення груп деталей, групових інструментальних налагоджень, групових пристосувань, технологічних процесів і т.д. ;

- від визначення річної номенклатури деталей до оперативно-календарному планування, до визначення оптимальний черговості обробки деталей в групі.

Запропонований метод нечіткого ітераційного групування застосовується на будь-якій стадії як проектування, так і виробництва деталей на ділянках БНВ. Метод дозволяє проводити групування в умовах неповноти вихідних даних ітераційно по мірі накопичення про об'єкти. Він дає можливість варіювати критерії групування шляхом коригування вагових коефіцієнтів ознак. Нечіткість групування дозволяє забезпечити можливість мобільного коригування отриманих груп в залежності від ситуативних чинників і вимог виробництва.

						Арк.
						103
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Розроблення стартап-проекту

Мета стартап-проекту: створення та формування інноваційного мислення, виробничого духу та формування здатностей щодо оцінювання ринкових перспектив і можливостей комерціалізації основних науково-технічних розробок, сформованих у попередній частині магістерської дисертації у вигляді розроблення концепції стартап-проекту в умовах висококонкурентної ринкової економіки глобалізаційних процесів [10].

4.1 Опис ідеї проекту (товару, послуги, технології)

Таблиця 4.1. Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямок застосування	Вигоди для користувача
Запровадження у виробництво автоматизованої системи уніфікації та групування.	Промисловість	Виготовлення виробів з металу та сплавів методом механічної обробки.
	Металообробка	
	Атомна промисловість	

Метод описаний в роботі не є новим, але був доповнений і змінений з урахуванням технологічних особливостей заданого завдання.

Таблиця 4.2. Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№ п/п	Техніко-економічні характеристики ідеї	Мій проект	(потенційні) товари/концепції конкурентів	W (слабка сторона)	N (нейтральна сторона)	S (сильна сторона)
1	Економічні	Металообробка	Металообробка	+	-	-
2	Призначення (технічні)	Металообробка	Металообробка	+	-	-
3	Надійності	Дуже добре	Добре	+	-	-
4	Технологічні	Дуже добре	Добре	+	-	-
5	Ергономічні	Надійний процес обробки	Значний допоміжний час	+	-	-

6	Органолептичні	Дуже добре	Добре	+	-	-
7	Естетичні	Дуже добре	Не нове	+	-	-
8	Транспортабельно сті напівфабри- катів	Легко	Добре	+	-	-
9	Екологічності	Шкідливі фактори (COP)	Шкідливі фактори (COP)	-	-	-
10	Безпеки	Дуже добре	Добре	+	-	-

6.2 Технологічний аудит ідеї проекту (табл. 4.3.)

Таблиця 4.3 - Технологічний аудит проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Зменшення собівартості за рахунок зменшення номенклатури обладнання	Не потребує особливих технологій.	Ринок заповнений пропозиціями по різному обладнанню.	Технологія повністю доступна, є велика кількість варіантів
2	Зменшення собівартості за рахунок зменшення кількості інструменту	Не потребує особливих технологій.	Ринок заповнений пропозиціями по різному інструменту.	Технологія повністю доступна, є велика кількість варіантів
3	Зменшення собівартості за рахунок зменшення кількості операцій	Не потребує особливих технологій.	Не потребує особливих технологій.	Технологія повністю доступна

						Арк.
						105
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.3. Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

4.3.1. Аналіз попиту: наявність попиту, обсяг, динаміка розвитку ринку (табл. 4.4.)

Таблиця 4.4. Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	2
2	Загальний обсяг продаж, грн/ ум. од	10
3	Динаміка ринку	Зростає
4	Наявність обмежень для входу	Немає
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	
6	Середня норма рентабельності в галузі %	20

4.3.2. Потенційні групи клієнтів (табл. 4.5.)

Таблиця 4.5. Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту			
Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
Автоматизована система уніфікації та групування	Машинобудівні підприємства	Обробка на універсальному обладнанню	До виробу: точність, якість. До компанії: виготовлення в термін продукції

4.3.3. Аналіз ринкового середовища на наявність загроз та можливості (Табл. 4.6-4.7.)

Таблиця 4.6. Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Якість	Неякісний ріжучий та допоміжний інструмент заготовки	Відмова
2	Точність	Невідповідність Вимогам креслення	Відмова
3	Швидка переналадка	Не витримування термінів зміни РІ та ДІ	Відмова

						Арк.
						106
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.7. Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція
1	Економічність	Заміна стандартного РІ, ДІ та оснастки на більш прогресивний	Собівартість знижується
2	Якість	Якісна обробка	
3	Простота	Зменшується вимоги до людського фактора (вимірювання, встановлення, кріплення)	Швидкість виготовлення зростає
4	Конструкторсько-технологічні фактори	Поліпшення конструкції та технології виготовлення оснастки, РІ, ДІ	Собівартість знижується

4.3.4 Аналіз пропозиції (Табл. 4.8.)

Таблиця 4.8. Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
			Визначити фактори сили постачальників	Визначити фактори сили споживачів	Фактори загроз з боку замінників
Висновки:	+	+	+	-	-

4.3.5. Аналіз умов конкурентності в галузі

Таблиця 4.9. Обґрунтування факторів конкуренто-спроможності

№ п/п	Фактор конкуренто-спроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1	Простота обробки	Потрібна менша кількість операцій

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		107

2	Економічність	Потрібно менше працівників, верстатів, витратні матеріали дешевше.
---	---------------	--

4.3.6. Фактори конкурентоспроможності (Табл. 4.10.)

Таблиця 4.10. Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін «Автоматизованої системи уніфікації та групування виробів»

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з ТОВ «ПКМЗ»						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Якість виробу	12	-	-	-	-	+	-	-
2	Економічність	10	-	-	-	+	-	-	-
3	Простота виготовлення		-	-	+	-	-	-	-

4.3.7. Порівняльний аналіз факторів конкурентоспроможності (Табл. 4.11.)

Табл. 4.11 - Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін запропонованого методу

№ п/п	Фактор	Бали 1-20	Рейтинг товарів конкурентів						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Низька ціна	15	-	-	-	-	-	-	+
2	Швидкість впровадження	15	-	-	-	-	-	-	+
3	Універсальність	15	-	-	-	+	-	-	-
4	Простота	20	-	-	-	-	+	-	-
5	Висока якість	15	-	-	-	-	+	-	-

4.3.8. SWOT-аналіз (табл. 4.12.)

Таблиця 4.12. SWOT- аналіз стартап-проекту

Сильні сторони: Економічність; точність, ергономічність.	Слабкі сторони: великі початкові витрати
Можливості: дешевість виробу	Загрози: не відповідність вимогам

4.3.9. Альтернативні ринкові поведінки (Табл. 4.13.)

Таблиця 4.13 - Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

№ п/п	Альтернатива	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
----------	--------------	--------------------------------	-------------------

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	108

1	Налагодити співвідносини із сильним потенційним конкурентом і стати партнерами. Це дозволить використовуючи ім'я та репутацію відомого представника просувати свій продукт.	Ймовірність отримання ресурсів збільшується, але значно падає прибуток оскільки з'являється відсоток материнської компанії	Сроки реалізації від двох тижнів до місяця
---	---	--	--

4.4. Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

4.4.1. Маркетингова концепція товару (Табл. 4.14.)

Таблиця 4.14 - Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№ п/п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами
1.	Оброблення більшої номенклатури виробів	Товар дозволяє обробити поверхні не створюючи додаткових незручностей	В порівнянні з деякими конкурентами не заважає всім етапам оброблення
2.	Досягнення необхідних критеріїв точності	Товар орієнтований на якісну обробку поверхонь і дозволяє досягати заданих ТЗ точностей	Дозволяє досягати такого ж результату з меншими затратами на реалізацію
3	Універсальність обладнання	Товар є досить універсальним і може підходити під різні цілі клієнта	Не має обмежень по використанню, як інші конкуренти

4.4.2 Визначення оптимальної системи збуту (Табл. 4.15.)

Таблиця 4.15 - Формування системи збуту

№ п/п	Специфіка закупівельної поведінки	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1.	Закупівлі по квартално	Моніторинг та постійний зв'язок з потенційними	Глибоко	Власноруч

2.	Потреба – «терміново»	Можливість тримати ходові позиції на складі	Мілко	Власноруч
3.	Можлива розстрочка	Необхідний певний капітал та заготівлі типового договору	Мілко	Власноруч
4.	Впровадження у виробництво	Технічна освіта	Глибоко	Власноруч

4.4.3 Розроблення концепції маркетингових комунікацій (Табл. 4.16)

Таблиця 4.16 - Концепція маркетингових комунікацій

№ п/п	Специфіка поведінки цілових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цілові клієнти	Ключові позиції обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідом- лення	Концепція рекламного звернення
1.	Інтерес до акційних пропозицій	Електронна почта, та інші інтернет комунікації. телефон	Токарна обробка. Тонкі кільця. Точність оброблення.	Донести інформацію до споживача	Коротка інформація та контакти для зв'язку
2.	Інтерес до нової продукції	Електронна почта, та інші інтернет комунікації. Телефон	Токарна обробка. Тонкі кільця. Точність оброблен ня.	Донести інформа- цію до споживача	Коротка інформація та контакти для зв'язку
3.	Загальний інтерес	Інтернет середови ща	Токарна обробка. Тонкі кільця. Точність оброблен	Донести інформа- цію до споживача	Коротка інформація та контакти для зв'язку

4.	Терміновий пошук рішення	Електронна пошта, та інші інтернет комунікації. Телефон	Токарна обробка. Тонкі кільця. Точність оброблення.	Донести інформацію до споживача	Коротка інформація та контакти для зв'язку
----	--------------------------	--	---	---------------------------------	--

Висновок: Встановлення на підприємстві «ПКМЗ» автоматизованої системи уніфікації та групування виробів є доцільною оскільки зменшує кількість обладнання, відповідно кількість та кваліфікації працівників, зменшується час обробки. Збільшується точність, надійна якість та продуктивність виготовлення конструкції. Наслідком цього є дешевизна виробу. Головною небезпекою є незадовільнення вимог споживачив, які наважаться притбати новий продукт, це може призвести нанівець усі зусилля, що були прикладенні для створення виробу. Тому даний стартап-проект потребує дуже ретельного пророблення, неодноразових перевірок працездатності та тестувань у реальних промислових умовах.

						Арк.
						111
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Загальні висновки

В процесі виконання магістерської роботи:

- Сформульовані цілі та задачі уніфікації та типизації в технології машинобудування : підвищити рівень організації, загальну культуру виробництва, продуктивність праці, ліквідувати протиріччя між автоматизацією і серійністю продукції, що випускається.

- Доведено, що основні завдання уніфікації об'єктів і технологічних рішень багато-номенклатурного виробництва - підвищити рівень організації, загальну культуру виробництва, продуктивність праці, ліквідувати протиріччя між автоматизацією і серійністю продукції, що випускається. Результати уніфікації: стандартні та уніфіковані конструкції виробів, блоків виробів деталей, поверхонь деталей, заготовок; вимоги до якості поверхонь; склад матеріалів, що рекомендуються, методи формотворення, обладнання тощо; уніфіковані маршрутні та операційні ТВ, плани обробки окремих поверхонь і їх комплексів, уніфіковані переходи; правила обробки виробів на технологічність і адресація до уніфікованих рішень.

- Мета типизації - стандартизувати технологічний процес і домогтися, щоб обробка однакових і подібних деталей здійснювалася за допомогою загальних, найбільш досконалих і ефективних методів [2]. Технологічний процес створюється для кожного типу виробу. Метою розробки типових технологічних процесів є систематизації технологічних процесів для обробки однотипних деталей [2].

- Розглянути напрями вирішення питань автоматизування уніфікації та групування в умовах гнучкого автоматизованого виробництва, у якому можливість організаційно-технологічного групування забезпечується застосуванням верстатів з ЧПК, які не потребують великої кількості спеціально проекрованої технологічної оснастки. Система керування ГВС дозволяє вести групування оперативно, з урахуванням поточного стану і забезпеченості портфеля замовлень. При такому підході організаційно-технологічне групування

						Арк.
						112
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дозволяє здійснювати як довгострокове (протягом місяця або кварталу), так і короткострокове (протягом однієї зміни) оперативно-виробниче планування роботи ГВС .

- Наведені приклади складення комплексної деталі, яка служить основою при розробці автоматизації групового процесу і групових оснащень. Під груповим оснащенням розуміється сукупність пристосувань та інструментів, що забезпечує обробку всіх деталей даної групи з застосуванням невеликих підналадок.

- Розглянуті найбільш поширені три методики групування деталей:

1. з побудовою класифікаційних рядів або перетворенням n -мірного простору на одномірний;

2. без виявлення підмножин з найвищою щільністю розташування деталей у n -мірному просторі;

3. з встановленням підмножин з найвищою щільністю.

За *першою методикою* деталі групують переважно вручну.

Складність розподілу деталей на групи полягає в тому, що важко побудувати класифікаційні ряди ознак за суворою ієрархією, тому таку методику важко реалізувати в автоматичному режимі. Для автоматичного режиму за такою методикою треба переглядати майже всі деталі ряду і перевіряти на можливість включення до групи наступних деталей, навіть якщо потрапила деталь, яка до цієї групи не належить.

Друга методика реалізована в програмі "Группроєкт" ефективно реалізується за допомогою ЕОМ. Деталі розглядаються в n -мірному просторі і близькі деталі компонуються звичайно в групу швидше, ніж деталі, які знаходяться в цьому ознаковому просторі на більшій відстані ознаки групування і зберігаються в базі даних, а запит на групування формується за допомогою інформаційно-пошукової системи.

Третя методика частково реалізується в системі "Група", яка має два рівні: перший /ПО/ складається з підсистем групування; другий /ПН/ - із підсистем визначення ознакового простору і формування критеріїв і дерева цілей.

						Арк.
						113
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підсистема формування описів групи належить до системи автоматизованого проектування програмних систем /САПР ПС/. Перед початком роботи системи "Група" технолог заводить до бази даних кілька груп, які він сформував вручну. Визначення оптимального ознакового простору зводиться до відшукування такої системи ознак, в якій відстані між заданими групами деталей були б максимальними. Для цього використовуються методи теорії розпізнавання образів і метод групового обліку аргументів.

- Приділено особливу увагу до автоматизованої уніфікації об'єктів за допомогою підсистеми «Техархів», яка є ІПС технологічного призначення і призначена для запозичення і уніфікації деталей в цілому і окремих їх елементів на основі аналізу раніше випущених креслень.

- Проаналізована автоматизована система групування «Кадет» , за допомогою її первинну інформацію про основні ознаки деталей при наявності конструкторсько-технологічного коду (КТК) деталі передбачається використовувати шляхом декодування КТК. Система крім режиму декодування працює в зворотному режимі і дозволяє виробляти класифікацію деталей в діалоговому режимі кодування і заповнення бази даних. Крім того, система "КАДЕТ", що має свою локальну базу даних нормативно-додаткової інформації, може застосовуватися автономно на будь-яких машинобудівних підприємствах, що використовують класифікатор ЕСКД і ЕСТПП і персональні комп'ютери типу IBM PC.

						Арк.
						114
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Список використаних джерел

1. Пуховський Е.С., Кукарин А.Б. Проектирование станочных систем многономенклатурного производства.-К., Техника, 1997. – 238 с.
2. Автоматизированное проектирование и производство в машиностроении/ Ю.М. Соломенцев, В. Митрофанов, А.Ф.Прохоров и др.; Под общ.ред. Ю.М.Соломенцева, В.Г.Митрофанова, - М: Машиностроение, 1986.- 256 с.
3. Митрофанов С.П. Групповая технология машиностроительного производства в 2-х т. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1983. Т1– 407 с.: ил., Т2-376 с.: ил.
4. Пуховський, Є. С. Гнучкі виробничі системи машинобудівного виробництва: посібник для студ. машинобудівних спец. вузів. . / Е. С. Пуховський. – К. Техника, 1997. – 238 с.
5. Пуховский Е.С. Технологические основы гибкого автоматизированного производства. Учеб.пособие. Изд.: М.: Машиностроение, 384 стр.; 1984 г.
6. Пуховский Е.С., Мясников Н.Н. Технология гибкого автоматизированного производства. Учеб.пособие. . – К.: Вища шк., 1989. – 236 с.
7. Гибкие производственные комплексы. Под ред. П.Н. Велянина и В.А. Лещенко. Изд.: М.: Машиностроение, 384 стр.; 1984 г.
8. Технологическая подготовка гибких производственных систем / Под общ. ред С.П. Митрофанова. - Л. : Машиностроение, 1987. - 352 с. : рис., таб.
9. Проектирование и эксплуатация гибких производственных систем металлообработки: Учеб. Пособие / Е. С. Пуховский. – К.: УМК ВО, 1991. – 172 с.
10. Розроблення стартап-проекту [Електронний ресурс] : Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей / За заг. ред. О.А. Гавриша. – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 28 с.

						Арк.
						115
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		